

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2003年4月10日 (10.04.2003)

PCT

(10)国際公開番号
WO 03/029390 A1

- (51)国際特許分類:
C10K 1/26
- (21)国際出願番号:
PCT/JP02/10148
- (22)国際出願日:
2002年9月30日 (30.09.2002)
- (25)国際出願の言語:
日本語
- (26)国際公開の言語:
日本語
- (30)優先権データ:
特願2001-299382 2001年9月28日 (28.09.2001) JP
特願2001-380767
2001年12月13日 (13.12.2001) JP
- (71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 Tokyo (JP).
- (72)発明者; および
- (75)発明者/出願人(米国についてのみ): 両角 文明 (MOROZUMI,Fumiaki) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 成瀬 克利 (NARUSE,Katsutoshi) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 佐々木 香織 (SASAKI,Kaori) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 岩楯 由貴 (IWADATE,Yuki) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 早川 淳一 (HAYAKAWA,Junichi) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 大下 孝裕 (OSHITA,Takahiro) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 細田 修吾 (HOSODA,Shugo) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区
- 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 松岡 康 (MATSUOKA,Kei) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 今泉 隆司 (IMAIZUMI,Takashi) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP). 藤村 宏幸 (FUJIMURA,Hiroyuki) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都 大田区 羽田旭町 11番1号 株式会社 荏原製作所 内 Tokyo (JP).
- (74)代理人: 渡邊 勇, 外 (WATANABE,Isamu et al.); 〒160-0023 東京都 新宿区 西新宿 7丁目 5番 8号 GOWA 西新宿 4階 Tokyo (JP).
- (81)指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84)指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

(54) Title: PROCESS FOR REFORMING INFLAMMABLE GAS, APPARATUS FOR REFORMING INFLAMMABLE GAS AND GASIFICATION APPARATUS

(54)発明の名称: 可燃ガス改質方法、可燃ガス改質装置及びガス化装置

(57) Abstract: A process for reforming an inflammable gas wherein a combustible material is gasified in a gasification unit (11), a formed gas (G_A) is reformed in a gas reforming unit (12) using a catalyst to produce a product gas (G_B), and a catalyst (C_A') deteriorated in the gas reforming unit (12) is regenerated in a catalyst regenerating unit (13), characterized in that the waste heat (T_p) produced in the process is utilized as a heat for regenerating a catalyst in the catalyst regenerating unit (13); an apparatus for practicing the process; and a gasification unit for use in the process. The combustible materials which can be treated by the process include coal, biomass, domestic wastes, industrial wastes, RDF (refuse derived fuel) and waste plastics.

[続葉有]

WO 03/029390 A1



(57) 要約:

本発明は、石炭、バイオマス、一般廃棄物、産業廃棄物、RDF (refuse derived fuel)、廃プラスチック等の可燃性原料をガス化装置でガス化し、発生した可燃性ガスを改質する可燃ガス改質方法、可燃ガス改質装置及びガス化装置に関するものである。本発明は、可燃物をガス化装置（11）でガス化し、該ガス化によって得られる生成ガス（G_A）を触媒を用いるガス改質装置（12）で改質し製品ガス（G_B）を得ると共に、該ガス改質装置11で劣化した触媒（C_{A'}）を触媒再生装置（13）で再生する可燃ガス改質方法において、触媒再生装置（13）の触媒再生熱に、当該可燃ガス改質プロセスの廃熱（T_p）を利用する。

明細書

可燃ガス改質方法、可燃ガス改質装置及びガス化装置

技術分野

本発明は、石炭、バイオマス、一般廃棄物、産業廃棄物、RDF (refuse derived fuel)、廃プラスチック等の可燃性原料をガス化装置でガス化し、発生した可燃性ガスを改質する可燃ガス改質方法、可燃ガス改質装置及びガス化装置に関するものである。

背景技術

廃棄物等の焼却技術として開発された「ガス化溶融炉」は、廃棄物をガス化装置で可燃性ガスに変換し、これを直ちに燃焼させることで高温燃焼を実現している。高温燃焼には、灰の溶融による減容化、無害化、燃焼効率改善（焼却灰中の未燃分減少や低温空気比運転による排ガス量減少）などの利点があるが、エネルギー利用という観点では従来の焼却炉と同様に全て熱に変換してしまうため効率に限界があり、保存できるエネルギーを生産することもできないという問題があった。

上記のようなことから、最近では、ガス化装置で発生したガス（以後「生成ガス」と称する）を燃焼させてしまうのではなく、あくまでも「ガス」として利用する技術が開発されるようになった。製造されたガス（以後「製品ガス」と称する）はガスタービンやガスエンジン、燃料電池などの発電装置の燃料や液体燃料合成の原料に使用する（例えば、特開昭52-68207号公報参照）。

製品ガスを利用した発電と熱回収による発電とを組み合わせたコーナージェネレーションシステムは、エネルギー利用効率を改善するものであり、

廃棄物分野だけではなく火力発電分野においても高効率石炭火力発電技術として開発が進められている。また、液体燃料合成の原料として製品ガスを利用する技術は、従来捨てられていたエネルギー資源から、保存できるエネルギーを生み出すことができるため、将来のエネルギー効率に貢献する技術となる。

こうした生成ガスを製品ガスとして取り出すことは過去にも存在した技術であったが、当時は低温領域でガス化したガスをそのまま利用しようとしたため、生成ガスに含まれるタール（高分子炭化水素：400℃以下で析出し閉塞トラブルを起こす）やチャー（固定炭素を含むため、高温で酸素と触れると燃焼する）のハンドリングに問題があり、実用化を妨げる要因となっていた。

現在のガス利用技術では上記タールの問題を回避するため、低温ガス化装置（温度500℃～900℃）の後段に高温ガス化装置（温度1000℃以上）を設け、低温ガス化装置で発生した生成ガスを高温ガス化装置で酸化剤（酸素、蒸気）を用いて改質する方法がある。この方法は2段（低温+高温）のガス化プロセスであるために1段目の低温ガス化装置で発生した生成ガスの一部を燃焼させている。そのため上記タールの問題は回避できるものの、生成ガスの一部を熱エネルギーに変えてしまうため、エネルギー利用効率が低下するという問題があった。

上記タールの問題を解決するために、触媒の利用が考えられている。これは通常ではタールが分解されにくい温度領域で触媒により分解反応を促進させることで高温化によるエネルギーロスを抑えることが目的である。

図1は従来の触媒を用いる可燃ガス改質方法を実施するガス改質装置の構成を示す図である。図1において、301は石炭、バイオマス、一般廃棄物、産業廃棄物、RDF、廃プラスチック等の原料Aをガス化す

るガス化装置であり、該ガス化装置 301 で生成された生成ガス G_A は触媒 C_A を利用するガス改質装置 302 で改質（タール分解）され製品ガス G_B となる。該ガス改質装置 302 で生成ガス G_A の改質に寄与し、低温化し劣化した触媒 C_A' は触媒再生装置 303 に移送され、該触媒再生装置 303 で外部からのエネルギーもしくは、該生成ガスの一部の燃焼による触媒再生熱 T_E で加熱あるいは再生され、加熱あるいは再生された触媒 C_A は再びガス改質装置 302 に移送される。

上記のように触媒再生装置 303 で触媒を加熱あるいは再生させるためには、触媒再生熱 T_E が必要で、従来はこの触媒再生熱 T_E を生成ガス G_A の一部の燃焼や、化石燃料や電気などの外部エネルギーによって賄っていた。触媒の利用により、ガス改質が低温で実施でき熱ロスを低減することができても、これら質の高いエネルギーを触媒の加熱あるいは再生に利用することには変わりはなく、低温で反応させるメリットを十分に利用しきれていなかった。そのためガス改質プロセスそのものが高効率であっても、全体としてのエネルギー消費量が増加するためランニングコストが増加し、LCA による評価も低くなる。プロセスの高効率化が進むと、単純な熱効率による評価ではなく、LCA やエクセルギー（エネルギーの質）による評価が重要になってくる。

触媒を用いたガス改質を実施する場合、高温ガス化装置による改質とは異なり 1000°C 以下の温度域で熱を供給すればよいことから、エネルギーとしての質が高い外部エネルギーや生成ガスを燃焼させることは必ずしも必要はない。このため、触媒の加熱あるいは再生に必要な熱を伝熱面や媒体を介して供給することが可能なことを踏まえて、触媒改質プロセスを構築する必要があった。

発明の開示

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、石炭、バイオマス、一般廃棄物、産業廃棄物、RDF、廃プラスチック等の可燃性原料をガス化装置でガス化し、生成ガスを改質して製品ガスとする工程において、触媒を用いたガス改質における触媒再生に関するエネルギー利用効率を改善し、且つ触媒のハンドリングが容易な可燃ガス改質方法及び可燃ガス改質装置を提供することを目的とする。即ち、タールの発生を最小限に抑え、性状の優れた生成ガスを安定して得ることができ、高効率な動力回収や発電、各種液体燃料合成プロセス、各種化学原料合成プロセスに利用できる生成ガスの製造が可能なガス化装置を提供することを目的とする。

また、本発明は原料をガス化して生成したガスを触媒により改質する工程において、触媒の再生およびガス改質に関するエネルギー利用効率を改善し、且つ触媒のハンドリングが容易な可燃ガス改質方法及び可燃ガス改質装置を提供することを目的とする。

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、可燃物をガス化装置でガス化し、該ガス化によって得られる生成ガスを触媒を用いるガス改質装置で改質し製品ガスを得ると共に、該ガス改質装置で劣化した触媒を触媒再生装置で再生する可燃ガス改質方法において、触媒再生装置の触媒再生及び／又は加熱用熱源として当該可燃ガス改質プロセスの廃熱を利用する特徴とする。

請求項2に記載の発明は、可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、触媒再生装置は、触媒を再生する触媒再生熱に可燃ガス改質プロセスの廃熱を利用する構成の触媒再生装置

であることを特徴とする。

上記のように、触媒再生装置の触媒再生熱及びガス改質装置でのガス改質反応に必要な熱源に、当該可燃ガス改質プロセスの廃熱を利用するか又は可燃ガス改質プロセスの廃熱を利用する構成の触媒再生装置を用いるので、原料をガス化する過程で発生する排ガスの顯熱などの価値の低い熱源を、触媒の再生熱源、ガス改質の熱源として用いることができ、外部エネルギーや、生成ガスの燃焼熱を軽減または無くすことができる為に、生成ガスの収率を向上させることが可能になる。結果として全体としての効率を向上させることができる。従って、全体としてのエネルギー消費量が少なくなり、ランニングコストが小さく、LCAによる評価も高くなる。

請求項3に記載の発明は、可燃物をガス化装置でガス化し、該ガス化によって得られる生成ガスを触媒を用いるガス改質装置で改質し製品ガスを得ると共に、該ガス改質装置で劣化した触媒を触媒再生装置で再生する可燃ガス改質方法において、触媒再生装置の触媒再生及び／又は加熱用熱源として前記ガス化装置で可燃物のガス化に伴って発生するチャー（未燃炭素分）をチャー燃焼装置で燃焼し、その燃焼熱を利用することを特徴とする。

請求項4に記載の発明は、可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、ガス化装置で可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるチャー燃焼装置を設け、触媒再生装置は該チャー燃焼装置で発生したチャー燃焼熱を利用して触媒の加熱、再生を行うことを特徴とする。

上記のようにガス化装置で可燃物のガス化に伴って発生するチャーを

チャー燃焼装置で燃焼し、その燃焼熱を触媒再生熱又はガス改質装置でのガス改質反応に必要な熱源に利用することにより、外部エネルギーや、生成ガスの燃焼熱を軽減または無くすことができる為に、生成ガスの収率を向上させることができることが可能になる。結果として全体としての効率を向上させることができる。即ち、製品ガスの一部を燃焼させたり、外部エネルギーを利用しなくても触媒の再生が可能となる。また、可燃ガス改質プロセスの廃熱よりも高温度のチャー燃焼熱を利用するので、触媒の加熱再来効率がよくなる。従って、全体としてのエネルギー消費量が少くなり、ランニングコストが小さく、LCAによる評価も高くなる。

請求項 5 に記載の発明は、可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、ガス化室で製造された生成ガスをガス改質装置に送り改質し、燃焼室からの燃焼排ガスを触媒再生装置に送り該燃焼排ガスの熱により触媒を加熱、再生するようにしたことを特徴とする。

上記のように流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成された炉統合型したことにより、請求項 4 の発明の効果に加え、ガス化装置内に原料のガス化の機能とチャー燃焼の機能を持つことになり、同じ装置内で発生したチャーを燃焼させてしまうため、チャーの搬送に関わるトラブルを避けることができる。また、流動層において原料のガス化及びチャーの燃焼を行う為、熱の拡散性に優れ安定した運転が可能になる。

請求項 6 に記載の発明は、可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス

化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、ガス化装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を具備するガス化装置とともに、該ガス化装置で前記可燃物をガス化する際に発生するチャー(未燃炭素分)を燃焼させるチャー燃焼装置を設け、ガス化装置で可燃物をガス化して生成ガスを製造すると同時に触媒粒子により該生成ガスを改質し、該生成ガスの改質に伴い劣化した触媒粒子をチャー燃焼装置に送り加熱、再生し、該再生した触媒粒子をガス化装置に戻すことを特徴とする。

上記のようにガス化装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を具備するガス化装置とし、ガス化装置で可燃物をガス化して生成ガスを製造すると同時にこの生成ガスと流動媒体である触媒粒子との接触により、該生成ガスの改質(タール分解)を行うので、生成ガスの改質が効率よく行われると同時に、触媒粒子に脱硫剤、脱塩剤として機能する触媒粒子を用いると同時に脱硫、脱塩も実施できる。更に、請求項3、4の効果に加え、原料のガス化とガスの改質、チャー燃焼と触媒の再生をそれぞれ一つの装置で行うことができるので、触媒再生装置を省略でき、装置のイニシャルコストが低減できる。

請求項7に記載の発明は、可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、ガス化装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー(未燃炭素分)を燃焼せしむようになっており、ガス化室で可燃物をガス化して生成ガスを製造すると同

時に触媒粒子により該生成ガスを改質し、該生成ガスの改質にともない劣化した触媒粒子を燃焼室に送り加熱、再生し、該再生した触媒粒子をガス化室に戻すことを特徴とする。

上記のようにガス化装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、ガス化室で生成ガスを製造すると同時に触媒粒子により該生成ガスを改質し、更に劣化した触媒粒子をチャーを燃焼する燃焼室に送り加熱再生するから、請求項6の発明の効果に加え、ガス化室からの燃焼室へのチャーを含む粒子のハンドリングの問題が解決で、熱効率も良くなる。

請求項8に記載の発明は、可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置とを具備する可燃ガス改質装置において、ガス改質装置は生成ガスに含まれるダストを除去する除塵機能と触媒によりガス改質機能とを具備する除塵・触媒装置であることを特徴とする。

上記のように除塵機能とガス改質機能とを具備する除塵・触媒装置で、ガス化装置からの生成ガスの触媒による改質（タール分解）の前に除塵を行うので、触媒の劣化やダストとの混合、分離を省くことができるばかりか、触媒装置の形状として、固定床のようなダスト存在下では閉塞の可能性があり使用できない形式の反応器の選択が可能になる。また、低温でタールを分解する触媒の劣化や汚染を防ぐのに好適となる。

請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の可燃ガス改質装置において、チャー燃焼装置と、触媒再生装置を設け、触媒再生装置に除塵・触媒装置で生成ガスの改質に伴い劣化した触媒を送ると共に、ガス化装置で可燃物をガス化して生成ガスを製造する際に発生するチャー（未燃炭素分）をチャー燃焼装置に送り燃焼させ、その燃焼排ガスを該触媒再生装置に送り、該触媒を加熱、再生することを特徴とする。

上記のように触媒再生装置で生成ガスの改質に伴い劣化した触媒をチャー燃焼装置からの燃焼排ガスの熱により加熱再生するので、請求項8の発明の効果に加え、外部エネルギーを使用しなくとも、あるいは生成ガスを一部燃焼させなくても高温度のチャー燃焼熱で効率のよい触媒の再生及び、加熱が可能となり、生成ガスの収率を向上させることが可能になる。即ち、全体としてのエネルギー消費量が少なくなり、ランニングコストが小さく、LCAによる評価も高くなる。

請求項10に記載の発明は、請求項8に記載の可燃ガス改質装置において、ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、更に触媒再生装置を設け、触媒再生装置に除塵・触媒装置で生成ガスの改質に伴い劣化した触媒を送ると共に、燃焼室からの燃焼排ガスを該触媒再生装置に送り、該触媒を加熱、再生することを特徴とする。

上記のようにガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、触媒再生装置で生成ガスの改質に伴い劣化した触媒を燃焼室からの燃焼排ガスで加熱再生するので、請求項9の発明の効果に加え、ガス化室からの燃焼室へのチャーを含む粒子のハンドリングの問題が解決され、放熱による熱ロスも減少し、熱効率が向上する。

請求項11に記載の発明は、請求項8に記載の可燃ガス改質装置において、ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室と除塵・触媒室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、該除塵・触媒室は前記ガス化室からの生成ガスを改質するようになっており、更に触媒再生装置を設け、除塵・触

媒室で生成ガスの改質に伴い劣化した触媒を触媒再生装置に送ると共に、燃焼室からの燃焼排ガスを該触媒再生装置に送り、該触媒を加熱、再生し、該加熱、再生した触媒を除塵・触媒室に戻すことを特徴とする。

上記のようにガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室と除塵・触媒室から構成されるので、請求項 10 の発明の効果に加え、除塵・触媒室からの燃焼室へのチャーを含む粒子のハンドリングの問題が解決され、熱効率も良くなる。また、除塵・触媒室をガス化装置と一緒に構成することにより、装置のイニシャルコストが低減できる。

請求項 12 に記載の発明は、請求項 8 に記載の可燃ガス改質装置において、ガス化装置は流動層炉を具備するガス化室と燃焼室と除塵・触媒室から構成され、該ガス化室は可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、該除塵・触媒室はガス化室からの生成ガスを改質するようになっており、除塵・触媒室で生成ガス改質に伴い劣化した触媒を燃焼室に送り、該燃焼室で加熱、再生し、該除塵・触媒室に戻すことを特徴とする。

上記のように、除塵・触媒室で生成ガス改質に伴い劣化した触媒を燃焼室に送り、該燃焼室で加熱再生し、該除塵・触媒室に戻すので、請求項 11 の発明の効果に加え、更に再生触媒装置を省略することができる。そのため、熱効率の向上及び、装置のイニシャルコストの低減が可能になる。

請求項 13 に記載の発明は、可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、ガス改質装置と触媒再生装置で構成された触媒装置と、更にガス化装置で可燃物のガス化に伴い発生する

チャー（未燃炭素分）を燃焼させるチャー燃焼装置を設け、触媒装置は触媒粒子を用いて生成ガスを改質するガス改質室と該触媒を再生する触媒再生室とを一体にした構成であり、該触媒再生室は該ガス改質室でガス改質により劣化した触媒を加熱再生し、該再生した触媒を該ガス改質室に戻すようになっており、ガス化装置からの生成ガスをガス改質室に送り改質して製品ガスを得ると共に、チャー燃焼装置からの燃焼排ガスを触媒再生室に送り該燃焼排ガスの熱により触媒を加熱、再生するようにしたことを特徴とする。

上記のようにガス改質装置と触媒再生装置は触媒粒子を用いて生成ガスを改質するガス改質室と該触媒を再生する触媒触媒再生室を一体に構成した触媒装置で構成されるので、触媒粒子の流動により効率良く生成ガスの改質ができると共に、ガス改質により劣化した触媒粒子の効率良い加熱再生ができ、放熱による熱ロスも減少し、熱効率が向上する。また、装置のイニシャルコストが低減できる。即ち、全体としてのエネルギー消費量が少なくなり、ランニングコストが小さく、LCAによる評価も高くなる。

請求項 1 4 に記載の発明は、請求項 1 3 に記載の可燃ガス改質装置において、ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、ガス化室で製造された生成ガスをガス改質室に送り改質し、燃焼室からの燃焼排ガスを触媒再生室に送り該燃焼排ガスの熱により前記触媒を加熱、再生するようにしたことを特徴とする。

上記のようにガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成されるから、請求項 1 3 の発明の効果に加え、ガス化室からの燃焼室へのチャーを含む粒子のハンドリングの問題が解決され、熱効率も良く

なる。

請求項 1 5 に記載の発明は、可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、ガス改質装置と触媒再生装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を有するガス改質室と触媒再生室とを具備し、該触媒再生室は該ガス改質室でガス改質により劣化した触媒を加熱再生し、該再生した触媒を該ガス改質室に戻すようになっており、ガス化室、燃焼室、ガス改質室及び触媒再生室は 1 つの炉に統合された構成であり、ガス化装置からの生成ガスをガス改質室に送り改質して製品ガスを得ると共に、燃焼室からの燃焼排ガスを触媒再生室に送り該燃焼排ガスの熱により前記触媒を加熱、再生するようにしたことを特徴とする。

上記のようにガス化室、燃焼室、ガス改質室及び触媒再生室を 1 つの炉に統合した構成とするので、請求項 1 4 の発明の効果に加えさらに熱効率が更に改善される。また、装置のイニシャルコストも更に低減できる。

請求項 1 6 に記載の発明は、請求項 1 又は 3 に記載の可燃ガス改質方法において、触媒再生装置に再生用ガスとして、酸素、水蒸気、水素のいずれか若しくは複数を含むガスを供給し、触媒再生時に発生する反応熱をプロセス廃熱と共に触媒粒子の加熱、再生に利用することを特徴とする。

請求項 1 7 に記載の発明は、請求項 2、4、5 乃至 1 5 のいずれか 1

項に記載の可燃ガス改質装置において、触媒再生装置に再生用ガスとして、酸素、水蒸気、水素のいずれか若しくは複数を含むガスを供給し、触媒再生時に発生する反応熱をプロセス廃熱と共に触媒粒子の加熱、再生に利用することを特徴とする。

請求項 16、17 に記載の発明によれば、触媒の再生用ガスとして、酸素、水蒸気、水素のいずれか若しくは複数を含むガスを供給し、触媒再生時に発生する反応熱をプロセス廃熱と共に触媒粒子の加熱、再生に利用することにより、プロセス廃熱の不足する熱量を反応熱で補うことができる為に、更に生成ガスの収率を向上させることができる。

請求項 18 に記載の発明は、請求項 2、4、5 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の可燃ガス改質装置において、原料をガス化する際に、ガス化装置に塩素化合物若しくは硫黄化合物を吸收する吸収剤を投入することを特徴とする。

上記のように、ガス化装置に塩素化合物若しくは硫黄化合物を吸收する吸収剤を投入することにより、塩素化合物若しくは硫黄化合物を低減し、触媒の被毒を軽減することができ、触媒寿命を長期化することができランニングコストを低減することが可能となる。

図面の簡単な説明

図 1 は従来の触媒を用いる可燃物ガス化方法を実施する装置のシステム構成を示す図である。

図 2 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 3 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 4 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成

例を示す図である。

図 5 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 6 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 7 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 8 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 9 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 10 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 11 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 12 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 13 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 14 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 15 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 16 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 17 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構

成例を示す図である。

図 1 8 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置に用いる除塵・触媒装置の構成例を示す図である。

図 1 9 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置に用いる除塵・触媒装置の構成例を示す図である。

図 2 0 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置に用いる除塵・触媒装置の構成例を示す図である。

図 2 1 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置に用いる除塵・触媒装置の構成例を示す図である。

図 2 2 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置に用いる除塵・触媒装置の構成例を示す図である。

図 2 3 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 2 4 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 2 5 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 2 6 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 2 7 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 2 8 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 2 9 は図 2 8 に示す装置の炉部分の構成を示す図である。

図 3 0 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 3 1 は図 3 0 に示す装置の炉部分の構成を示す図である。

図 3 2 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 3 3 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 3 4 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。

図 3 5 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 3 6 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 3 7 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 3 8 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 3 9 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 0 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 1 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 2 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 3 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 4 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図であ

る。

図 4 5 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 6 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 7 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 8 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 4 9 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 0 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 1 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 2 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 3 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 4 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 5 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 6 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 7 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図であ

る。

図 5 8 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 5 9 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 6 0 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 6 1 は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 6 2 A 及び図 6 2 B は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 6 3 A 乃至図 6 3 C は本発明に係る触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。

図 6 4 は本発明に係るガス化装置の構成例を示す図である。

図 6 5 は本発明に係るガス化装置の構成例を示す図である。

図 6 6 は本発明に係るガス化装置の構成例を示す図である。

図 6 7 は本発明に係るガス化装置の構成例を示す図である。

図 6 8 は本発明に係るガス化装置のクラッキング装置の構成例を示す図である。

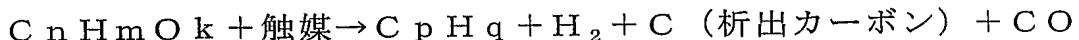
図 6 9 は本発明に係るガス化装置の構成例を示す図である。

図 7 0 は本発明に係るガス化装置の構成例を示す図である。

発明が実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態例を説明する。可燃ガス改質装置での反応（タール分解）としては、タール分を $C_n H_m$ で表現すると下記の反応がある。

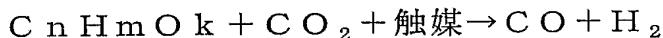
①クラッキング



②水蒸気改質



③二酸化炭素改質



クラッキング（熱分解反応）は触媒上において熱分解が起り、低分子な炭化水素及び一酸化炭素に分解される。同時に触媒表面に炭素が析出する。この炭素は、触媒劣化の原因の一つである（炭素が触媒上を被覆することで、触媒は失活してしまう。炭素の析出した触媒は、再生装置で高温の酸化雰囲気で炭素を燃焼除去する必要がある）。この反応は「クラッキング」といわれる反応で、工業的には、石油精製プロセスにおいて、常圧残油等、タール同様の高分子炭化水素を軽質化する反応と同等の反応であり、シリカアルミナやゼオライト又は活性白土等、クラッキングを促進させる触媒もまた公知であり一般的なものである。

水蒸気改質及び二酸化炭素改質においては、タール分が水蒸気 (H_2O)、二酸化炭素 (CO_2) と反応することにより、 CO 、 H_2 に「改質」される。炭化水素と H_2O 、 CO_2 の触媒による反応は、天然ガスからの水素製造プロセスや、また近年では、ナフサ、灯油のような高分子炭化水素から合成ガスを製造するプロセスと同等であり、Ni 系触媒等、改質を促進させる触媒は、公知のもので一般的なものである。

上記クラッキング、水蒸気改質、二酸化炭素改質の反応は、触媒を用いることで、低温にて反応を促進させることが可能とする。これらの触媒はクラッキング、水蒸気改質、二酸化炭素改質の反応はいずれにも寄与するが、クラッキングの反応には、典型金属 (Al、Si、Ca、Mg) やその酸化物、又はこれらの混合物を使用することが望ましい。具

体的には、ゼオライト（含水アルミニノケイ酸塩）、シリカアルミナ（ $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ ）、活性アルミナ（ Al_2O_3 ）、活性白土（ $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ ）、ドロマイト（ CaO, MgO ）、石灰石（ CaCO_3 ）、酸化カルシウム（ CaO ）等である。これらのうち、特にタール分が触媒粒子内で拡散することができる10～150オングストローム程度の細孔を有しているものが望ましく、かつ高分子の炭化水素の吸着性に優れたものが望ましい。

上記蒸気改質及び二酸化炭素改質の反応を促進させるには、前述の触媒を担体として、担体に以下に述べる金属（Rh、Ru、Ni、Pd、Pt、Co、Mo、Ir、Re、Fe、Na、K）又はこれらの金属の酸化物を最低一種類以上担体表面に、分散して担持した触媒（例えばNi/ Al_2O_3 、Ni/ $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、Ru/ $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 等）を用いるのが望ましい。

以上より触媒の選択により、クラッキングの反応に対し活性の高いもの、蒸気改質、二酸化炭素改質の反応に活性が高いものがあり、タール分解ということ以上に、改質後のガスの組成を変化させることにより、ガス改質後の製品ガスの組成調整が可能である。クラッキングの反応に活性の高い触媒を使えば、メタン（ CH_4 ）、エチレン（ C_2H_2 ）等の炭化水素の多いガスが得られる。蒸気改質、二酸化炭素改質の反応を狙えば、 H_2 、COの混合ガス、蒸気改質では、 H_2 リッチとなり、二酸化炭素改質ではCOリッチとなるので、改質用ガスの分圧を変えることにより、製品ガスの H_2/CO を変化させることも可能である。

図2は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。図2において、11はガス化装置であり、該ガス化装置11に石炭、バイオマス、一般廃棄物、産業廃棄物、RDF、廃プラスチック等の原料Aを投入することにより、ガス化された生成ガスG

C_A は触媒（触媒粒子） C_A を利用するガス改質装置 1 2 でタール分が分解され、改質されて製品ガス G_B となる。該ガス改質装置 1 2 でガス改質に寄与し劣化した触媒 C_A' は触媒再生装置 1 3 に移送され、該触媒再生装置 1 3 においてガス化プロセスで発生したプロセス廃熱 T_p を利用して再生され、再生された触媒 C_A は再びガス改質装置 1 2 に移送される。なお、触媒 C_A によるガス改質に最適な温度は 800°C ~ 1100°C (好ましくは 900°C) である。

上記のように触媒再生装置 1 3 で劣化した触媒 C_A' を再生させるための触媒再生熱にプロセス廃熱 T_p を利用することにより、外部エネルギー消費を抑え、熱有効利用率も改善される。また外部エネルギー消費量の低下によるランニングコストが減少し、LCA の評価も改善される。

上記のように触媒再生装置 1 3 の触媒再生熱にプロセス廃熱 T_p を利用することにより上記のような利点があるが、触媒 C_A の再生に必要となる熱量は高温で多量である場合が多い。一方、プロセスで発生する熱量の多くは蒸気回収や投入ガスの予熱等に利用されてしまうため、余剰廃熱は利用しにくい低温（低温レベル）の廃熱である。従って、高温熱の一部を触媒再生するために利用した場合、蒸気回収や予熱に必要な熱量が不足し、助燃料が必要となるなど、外部エネルギー消費を増加させ場合がある。なお、触媒 C_A の再生に最適な温度は 950°C ~ 1100°C (好ましくは 950°C ~ 1000°C) である。

例えば、一般に触媒再生は、触媒として作用する反応温度よりかなり高い温度で行われる。しかし触媒 C_A により改質したガスを触媒反応以上にするためには、製品ガス G_B の一部を燃焼させるか助燃料を使用しなければならない。製品ガス G_B の一部を燃焼させた場合は、高温プロセスのあるガス改質に比較して低温ガス改質ができるという触媒利用方法の利点が失われる。

図3は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。図3において、図2と同一符号を付した部分は同一又は相当部分を示す。なお、他の図においても同様とする。本装置は上記触媒再生熱にプロセス廃熱 T_p を利用することによる問題点を解決するため構成されたもので、図2に示す装置のガス化装置11において原料Aをガス化するのに伴って発生するチャー(未燃炭素分) C_x を燃焼させるチャー燃焼装置14を設け、該チャー燃焼装置14でチャー燃焼により発生する燃焼排ガス G_c の熱を触媒再生熱として触媒再生装置13に供給するようにしたものである。

ガス改質装置12中の触媒 C_A は、ガス化装置11からの生成ガス G_A を改質(タール分解)すると炭素質の析出等により、触媒機能が劣化する。触媒再生装置13は該触媒機能の劣化した触媒 C_A' をチャー燃焼装置14からの燃焼排ガス G_c で加熱再生し、再生した触媒 C_A を再びガス改質装置12に投入する。

固定炭素が多い石炭や木質系バイオマス等の原料Aをガス化装置11でガス化した場合、固定炭素を多く含むチャー C_x が発生する。該チャー C_x は燃焼速度が揮発性ガスと比較して極端に遅いため、ガス化装置11内に蓄積される。該ガス化装置11内に蓄積されたチャー C_x は、操業上問題となることが多い。例えばガス化装置11が流動層炉で構成されている場合は、チャー C_x は比重が流動媒体より軽いため流動層表面に蓄積される。従って、不燃物を抜き出すため炉底から流動媒体の抜き出しを行ってもチャー C_x は抜けず、流動媒体ばかり抜けて炉内がチャーベッド化し操業停止に至る場合がある。

チャー燃焼速度とガス燃焼速度との関係は、チャー燃焼速度 \leq ガス燃焼速度の関係にあるから、通常はチャー燃焼より先にガスの燃焼が酸素を消費する。従って、チャー C_x の蓄積量を抑えるためにチャー C_x の燃

焼量を増加させようとして酸素を吹き込んでも、可燃ガスが燃焼してしまう（可燃性ガスのエネルギーを必要以上に熱に変換してしまう）。むろん酸素を吹き込んだ分炉内温度は上昇するため、温度上昇によるチャー燃焼効率の改善効果もあるが、チャー燃焼速度に与える影響はあまり大きくない（ガス反応性上昇の度合いの方が大きい）。

上記のようにガス化装置11とは別に、チャー燃焼装置14を設け、ガス化装置11からチャーを抜き取って燃焼させることにより、次のようなメリットが生じる。

①ガス化装置11とは独立したチャー燃焼に適した条件での燃焼が可能である（燃焼温度や滞留時間など）。

②チャー燃焼を目的として投入した酸素で製品ガスとなるガスを燃焼させてしまうことがない。

③可燃性ガスがチャー燃焼ガスによって希釈されることがない（高カロリーガスを取り出せる）。

④製品としての価値が高い可燃性ガスと価値の低い燃焼ガスをそれぞれ独自に利用できる。

⑤原料Aが石炭や木質系バイオマスなど固定炭素の多い場合、多量に排出されるチャー C_x を抜き出して廃棄した場合、燃料のエネルギー利用率が完全燃焼よりも低くなる。チャー燃焼装置14でチャー C_x を燃焼してその熱を利用して原料Aのエネルギー効率が改善される。

石炭やバイオマス等の固定炭素が多い原料Aをガス化する場合に、ガス化装置11内で発生する上記チャーの問題を解決する方法として、チャー燃焼装置14を設けて、ガス化装置11から抜き取ったチャー C_x を燃焼させ、その燃焼排ガス G_c を触媒再生装置13に供給し、触媒の再生熱として利用することで、製品ガス G_B の一部を燃焼させたり、外部エネルギーを利用しなくても劣化した触媒 C_A' の再生が可能となる。

チャー C_x を全量ガス化させて製品ガス G_B とするのは難しい（詳細は解明されていないこともあるが、反応が複雑であったり、ガス化速度が遅くチャー供給量と発生ガス量のアンバランスなどの理由による）。従つて、固定炭素の多い原料Aのガス化においては炭素転換率（燃料中のカーボンをどれだけガスにできるか）がよく評価の基準となる。しかしながら、容易にガス化されない（或いはガスになりにくい）固定炭素については、ガス化できなくとも上記のようにチャー燃焼装置14を設けて燃焼させることにより、そのエネルギーは利用できる（燃焼させなければそのままエネルギーロスとなる）。

従来のガス化によるコーチェネレーションの考え方では、チャー C_x の燃焼による燃焼排ガス G_c は、その顕熱を蒸気で回収し発電に使用することで利用することもできる。しかしながら、触媒 C_A による比較的低温度でのガス化ガスを製造する場合は、高温顕熱が得られる部分は限られているため、触媒再生に必要な熱として利用した方がよい（回収した電気の一部で加熱するようにすれば、外部エネルギーの消費は抑えられるが、熱から電気の変換ロス分だけ効率が低下する）。

図4は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置が図3の装置と相違する点は、ガス化装置11からの生成ガス G_A に含まれるダストを除去する除塵装置15を設けた点、ガス化装置11から抜き出された不燃物I、灰J及びチャー C_x の混合体から不燃物Iを除去する選別装置16を設けた点、チャー燃焼装置14から排出される灰Jを含む燃焼排ガス G_c から灰Jを除去する除塵装置17を設けた点である。

可燃性ガスを改質する装置を上記のように構成することにより、ガス化装置11からの灰J及びチャー C_x を含む生成ガス G_A は除塵装置15で灰J及びチャー C_x を除去し、ガス改質装置12に供給すると共に、

除去した灰 J 及びチャー C_xをチャー燃焼装置 1 4 に供給する。また、ガス化装置 1 1 からの不燃物 I と灰 J とチャー C_xの混合体から選別装置 1 6 で不燃物 I を選別除去し、灰 J とチャー C_xをチャー燃焼装置 1 4 に供給する。チャー燃焼装置 1 4 からの燃焼排ガス G c は除塵装置 1 7 で灰 J を除去したあと、触媒再生装置 1 3 に供給され、該燃焼排ガス G c の顕熱が触媒再生熱として利用される。

可燃性ガスを改質する上記装置において、ガス化装置 1 1 内の還元雰囲気から排出されるチャー C_xは、高温のままで抜き出されて酸素に触れると燃焼する。そのためガス化装置 1 1 からチャー C_xを抜き出すには、次のような対策が必要となる。

a) 高温のまま還元雰囲気を保って抜く（例えば窒素封入や蒸気ページなど）。

b) 冷却しながら抜き出す（タール固着トラブルを防ぐため、蒸気にによるページが必要）。

しかしながら、a) の場合は封入している窒素やページガスが切れたり、搬送経路のシール性能が保てなくなったり、ガス化装置（炉）内の圧力バランスの乱れなど、様々な要因で外部から酸素が漏れ込む可能性が残されている。酸素が少しでも漏れれば、局部燃焼による急激な温度上昇で固着トラブルやクリンカによる閉塞トラブルを起こす。

また、b) の場合はチャー C_xの燃焼に関しては比較的安全であるが、ガス化炉内に存在するタール分が同伴される可能性があり、冷却によつてタールが析出固化し閉塞する可能性がある。従つて、蒸気などで抜き出した経路をページしてタールを追い出す必要がある。また、抜き出したチャーを燃焼させて、その熱を利用しようとする場合には冷却後に再び加熱しなければならず効率的にも望ましくない。

また、搬送するチャー C_xの流量も重要である。炉内における滞留量

が所定の量となるように抜き出さねばならないが、チャー C_x の発生量が多い原料では、チャーの搬送量が非常に多くなり搬送装置が大掛かりなものになってしまふ。チャー発生量 ÷ 炉内濃度 = チャー搬送量となり、ガス化装置（炉）11内のチャー C_x が同じ濃度の場合、発生量と搬送量は比例する。

また、ガス化装置11が流動層炉の場合は、チャー C_x だけを選択的に抜き出すのは難しく（ただし表層に留まり易い傾向を利用してある程度は選択的に抜き出せる）、たいていの場合は流動媒体と共に抜き出すことになる。従って、抜き出した流動媒体とチャー C_x を選別する装置（遠心分離、篩分け、比重差選別等）を設けるか、チャー燃焼装置14も流動層炉として両者の流動媒体を循環させる必要がある。

図5は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図であり、図4に示す装置の上記問題点を改善したものである。本装置が図4の装置と相違する点は、ガス化装置11に流動層を有するガス化室11-1と流動層を有する燃焼室11-2を統合した炉統合型を用いた点と、ガス化室11-1から抜き出された不燃物I、チャー C_x 及び灰Jの混合体から不燃物Iを選別分離し、残るチャー C_x 及び灰Jを燃焼室11-2に供給するようにした選別装置18を設けた点である。

上記のようにガス化装置11をガス化室11-1と燃焼室11-2の炉統合型したことにより、ガス化装置11内に原料Aのガス化の機能とチャー燃焼の機能を持たせている。これにより、同じ装置内で発生したチャー C_x を燃焼させてしまうため、チャー C_x の搬送に関わるトラブルを避けることができる。

ガス化装置11内は原料Aをガス化する区画（ガス化室）と、チャー C_x を燃焼させる区画（燃焼室）に分けられ、原料Aをガス化した生成ガス G_A とチャー C_x を燃焼させた燃焼排ガス G_c をそれぞれ独立に取り

出すことができるようにする。例えばフリーボードを仕切り板などで両区画を完全に仕切る。更に燃焼室 1 1 - 2 にはチャー C_xを燃焼させるだけの酸素が供給されるため、この酸素がガス化室 1 1 - 1 に漏れ込まないよう、フリーボードだけでなく、炉底部分まで両区画が互いに隔離されることが望ましい。

上記のようにガス化装置 1 1 内をガス化室 1 1 - 1 と燃焼室 1 1 - 2 に区画し、ガス化室 1 1 - 1 から燃焼室 1 1 - 2 にチャー C_xを搬送するためには、搬送媒体を介して行うことになるが、搬送媒体としては流動層における流動媒体 M_xを利用するのがよい。ガス化室 1 1 - 1 で発生したチャー C_xを流動媒体 M_xと共に燃焼室 1 1 - 2 に送り込み、燃焼室 1 1 - 2 でチャー C_xを燃焼させ、その燃焼熱で加熱された流動媒体 M_xを再びガス化室 1 1 - 1 に戻す。

燃焼室 1 1 - 2 からガス化室 1 1 - 1 へ流動媒体 M_xが戻ることによって、燃焼室 1 1 - 2 の熱の一部はガス化室 1 1 - 1 の熱分解熱源としても利用される。この場合、流動媒体 M_xが存在する炉底部の両区画に流動媒体の移動に必要なだけの通路が必要となる。流動媒体 M_xの存在と適切な流動化速度を維持することで燃焼室 1 1 - 2 からガス化室 1 1 - 1 への酸素漏れ込みはある程度防ぐことができるが、内部循環流動床ガス化炉のようにガス化室 1 1 - 1 と燃焼室 1 1 - 2 の間に流動媒体の移動する層を設けたり、原料濃度の低いガス化室 1 1 - 1 の底部に流動媒体を戻すようにすればなおよい。

原料 A に不燃物が多く含まれている場合は、従来のガス化装置と同じくガス化室 1 1 - 1 からの抜き出し機構（不燃物排出装置、選別装置）を設けなければならない。ここでは選別装置 1 8 を設け、ガス化室 1 1 - 1 からの不燃物 I、チャー C_x及び灰 J の混合体から不燃物 I を選別分離し、チャー C_xと灰 J を燃焼室 1 1 - 2 に供給するようしている。

ガス化室 11-1 からの抜き出しの際に同伴されるチャー C_x のハンドリングについては酸素遮断や閉塞防止に留意する必要があるが、従来の方法のようにチャー発生量に見合うだけの量を全て抜き出すわけではないため、トラブルの危険性は緩和される。

ガス化室 11-1 からチャー C_x 及び灰 J を含む生成ガス G_A が除塵装置 15 を通して、チャー C_x 及び灰 J を除去して供給されるが、この除去されたチャー C_x は必要に応じて（チャー C_x の多い場合）、燃焼室 11-2（チャー C_x の燃焼用目的）やガス化室 11-1（チャー C_x のガス化目的）に戻す。なお、ガス改質装置 12 には触媒（触媒粒子） C_A を補充できるようになっており、また、触媒反応条件によっては（蒸気 + 酸素）等の酸化剤 O_x を入れて高温化できるようになっている。

図 3-2 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成を示す図で、図 5 に示した装置の別の構成例を示す図であり、特に原料 A1 を熱分解した時に発生するチャー C_x が少ない場合の問題点を解決する上で好ましい構成の装置となっている。

上述した問題点は、ガス化室 101 へ原料 A1 を供給すると共に、燃焼室 102 へ原料 A2 を供給することで、燃焼室 102 で流動媒体に与える熱量の不足分を補うことにより解決できる。即ち、燃焼室 102 で流動媒体に与えた熱量がガス化室 101 でのガス化の熱源として有効に使うことができる。

本実施形態例としては、統合型ガス化炉 100 の、ガス化室 101 と燃焼室 102 に対して、原料 A1 及び原料 A2 を各々ガス化室 101、燃焼室 102 へ投入するように構成することができる。

また、バーナーを燃焼室 102 の上部に設置して、原料 A2 として可燃性ガスを導入し、燃焼させることもできるし、燃焼室 102 へ原料 A2 として可燃物を供給するようにしてもよい。

本実施形態例では、ガス化室 101 から生成される生成ガス G_A は、除塵装置 103 と、ガス改質装置 104 と、ガス減温・洗净装置 105 を経て、製品ガス G_B となる。他方、燃焼室 102 から得られる燃焼ガス G_D は、廃熱回収装置 107（例えば廃熱ボイラー）と、集塵装置 108、誘引送風機 109 を経て、煙突 110 から大気中に放出される構成としている。

集塵装置 108 としては、例えば原料 A1、A2 中に含まれる重金属や塩素分の含有濃度が低い場合には、バグフィルターのほかに、特に電気集塵機を用いることもできる。廃熱回収装置 107 としてボイラーを用いた場合には、得られた蒸気をガス化室 101 に導入するガス G_E として利用することもできる。

また、燃焼ガス G_D から分岐した分岐管 120 を経て触媒再生装置 115 にガスの一部が導入され、触媒再生に必要な熱量を賄うことができる。熱量を奪われた後のガスは触媒再生装置 115 から再び分岐管 121 を経て、燃焼ガス G_D の経路 111 に戻される。

なお、原料 A2 としては、原料 A1 と同じとしても或いは助燃料的なものを用いててもよい。原料 A1 及び原料 A2 に不燃物が多く含まれている場合には、ガス化室 101 からの不燃物抜出し機構だけでなく、燃焼室 102 からの不燃物抜出し機構を設置することもできるし、ガス化室 101 及び燃焼室 102 から抜き出した不燃物を選別する機構としては、共通のものを用いることもできるし、各々別のものを用いることもできる。

図 6 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置が図 5 の装置と相違する点は、ガス化装置 11 の流動層の流動媒体に流動媒体（砂） M_x と触媒（触媒粒子） C_A の混合体を用い、ガス化装置 11 のガス化室 11-1 又は燃焼室 11-2 か

ら抜き出したチャー C_x 、灰 J 、不燃物 I 、流動媒体 M_x 及び触媒 C_A' の混合体を選別装置 18 に導き、選別装置 18 で不燃物 I を除去し、チャー C_x と灰 J を燃焼室 $11-2$ に戻し、触媒 C_A を搬送路 19 を通してガス改質装置 12 に戻すようにし、更にガス改質装置 12 でガス改質に寄与し、劣化した触媒 C_A' を燃焼室 $11-2$ に戻すようにした点である。

可燃性ガス改質方法を実施する装置を上記のように構成することにより、ガス化装置 11 の燃焼室 $11-2$ でチャー C_x の燃焼熱等の熱で劣化した触媒 C_A' を加熱再生できるから、図 5 の装置における触媒再生装置 13 を省略することが可能となる。更に劣化した触媒 C_A' を直接燃焼室 $11-2$ に投入することにより、劣化原因の1つである析出炭素の燃焼・除去再生が可能となる。なお、搬送路 19 には触媒 C_A を補充できるようになっている。また、上記チャー C_x 、灰 J 、不燃物 I 、流動媒体 M_x 及び触媒 C_A の混合体は不燃物 I が多い場合はガス化室 $11-1$ から、そうでなければガス化室 $11-1$ 又は燃焼室 $11-2$ からのどちらから抜き出してもよい。

図 7 は本発明に係る可燃性ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置が図 6 の装置と相違する点は、ガス化装置 11 の燃焼室 $11-2$ からの再生された触媒 C_A 及び灰 J を含む燃焼排ガス G_c を除塵装置 17 に導き、該燃焼排ガス G_c から触媒 C_A 及び灰 J を除去し、除去した該触媒 C_A 及び灰 J を選別装置に導き、選別装置 20 で灰 J を選別除去し、残る触媒 C_A を搬送路 $19'$ を通してガス改質装置 12 に戻している点である。なお、ガス改質装置 12 は搬送路 $19'$ を介して触媒 C_A を補充できるようになっている。

図 8 は本発明に係る可燃性ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置が図 5 の装置と相違する点は、触媒再生装

置 1 3 で再生された触媒 C_A をガス化装置 1 1 のガス化室 1 1 - 1 に導入し、該ガス化室 1 1 - 1 で原料 A をガス化して生成ガス G_A を改質（タール分解）し、更に該ガス化室 1 1 - 1 からの改質された生成ガス G_A' 、チャー C_x 、灰 J 及びガス改質に寄与し劣化した触媒 C_A' の混合体を除塵装置 1 5 に導き、チャー C_x 、灰 J 及び触媒 C_A' を除去し、改質された生成ガス G_A' を製品ガス G_B として得るようとした点である。

除塵装置 1 5 で除去されたチャー C_x 、灰 J 及び触媒 C_A' は選別装置 2 0 にも導かれ、チャー C_x 及び灰 J は選別され燃焼室 1 1 - 2 に送られると共に、残る劣化した触媒 C_A' は触媒再生装置 1 3 に送られる。該触媒再生装置 1 3 で加熱再生された触媒 C_A は上記のようにガス化室 1 1 - 1 に送られる。なお、ガス化室 1 1 - 1 に触媒 C_A を送る搬送経路には触媒 C_A を補充できるようになっている。

図 9 は本発明に係る可燃性ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置が図 8 の装置と相違する点は、除塵装置 1 5 で改質された生成ガス G_A' から除去されたチャー C_x 及び灰 J をガス化装置 1 1 の燃焼室 1 1 - 2 に戻している点と、ガス化装置 1 1 のガス化室 1 1 - 1 から抜き出したチャー C_x 、灰 J 、不燃物 I 及び劣化した触媒 C_A' の混合体を選別装置 1 8 に導き、該選別装置 1 8 で不燃物 I は選別排出し、チャー C_x 及び灰 J は燃焼室 1 1 - 2 に戻し、劣化した触媒 C_A' は触媒再生装置 1 3 に移送するようとした点である。なお、触媒 C_A をガス化室 1 1 - 1 に補充できるようになっている。

図 1 0 は本発明に係る可燃性ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置はガス化装置に流動層炉を用い且つ流動媒体に触媒粒子を用いたものである。2 1 は流動媒体に触媒（触媒粒子） C_A を用いる流動層ガス化炉を具備するガス化装置であり、該ガス化装置 2 1 で原料 A をガス化すると同時にガスの改質（タール分解）を行い、

その改質された生成ガス G_A' を除塵装置 2 2 に通してその中に含まれるチャー C_x や灰 J や劣化した触媒（流動媒体として利用された劣化した触媒粒子） C_A' を除去し、製品ガス G_B を得る。この除塵装置 2 2 で除去されたチャー C_x 、灰 J 及び触媒 C_A' はチャー燃焼装置 2 4 に送られ、該チャー燃焼装置 2 4 でチャー C_x は燃焼する。

ガス化装置 2 1 から抜き出された不燃物 I、チャー C_x 、灰 J 及び触媒 C_A' の混合体は選別装置 2 3 に送られ、選別装置 2 3 で篩分け、磁選、比重差などの選別で不燃物 I は選別除去され排出される。残ったチャー C_x 、灰 J 及び触媒 C_A' はチャー燃焼装置 2 4 に送り込まれる。該チャー燃焼装置 2 4 ではチャー C_x は上記除塵装置 2 2 からのチャー C_x と一緒に燃焼され、該チャー燃焼熱の顕熱により劣化した触媒 C_A' は加熱再生され、触媒 C_A となり、炉底から抜き出されガス化装置 2 1 に再び送られ、流動媒体及び触媒として利用される。

チャー燃焼装置 2 4 からの触媒粒子は解碎され易く細かくなる場合や、もともと粒径が小さな触媒 C_A を使用する場合は、燃焼排ガス G_c と共に飛散する量が多いため除塵装置 2 5 に送られ、該除塵装置 2 5 で触媒 C_A 及び灰 J が捕捉され燃焼排ガス G_c から除去される。該捕捉除去された触媒 C_A 及び灰 J は選別装置 2 6 に送られ、該選別装置 2 6 では触媒 C_A と灰 J は分離され、灰 J は選別除去され排出されると共に、触媒 C_A はガス化装置 2 1 に送られ、上記チャー燃焼装置 2 4 からの触媒 C_A と同様、流動媒体及び触媒として利用される。この選別装置 2 6 には触媒 C_A の粒子の状態により、比重差による選別や遠心分離による選別の選別装置を用いる。

図 10 に示す構成の装置では、チャー C_x を含む粒子のハンドリングが必要であり、酸素遮断が必要である。但し、ガス化と同時に触媒によるタール分解が行われるため、搬送経路を冷却してもタールが固着して

トラブルが発生する可能性が少なく、チャー C_x を含む粒子を冷却して搬送することができる。しかしながら、一方では触媒 C_A を冷却してガス化装置 21 に戻すことは熱効率の低下を招く。

図 11 は本発明に係る可燃性ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置は図 10 に示す装置の上記問題点を改善するためのもので、本装置が図 10 に示す装置と異なる点はガス化装置 21 を流動層を有するガス化室 21-1 と燃焼室 21-2 の炉統合型とした点である。ガス化室 21-1 で原料 A をガス化すると同時に生成ガス G_A を流動媒体である触媒 C_A と接触させ改質し、この改質された生成ガス G_A' を除塵装置 22 を通してその中に含まれるチャー C_x や灰 J や触媒（劣化触媒） C_A' を除去し、製品ガス G_B を得ている。該除塵装置 22 で除去されたチャー C_x 、灰 J 及び触媒 C_A' は燃焼室 21-2 に送り込み燃焼させる。

ガス化室 21-1 からのチャー C_x を含む触媒（流動媒体） C_A' は、燃焼室 21-2 に送り込まれ、該触媒 C_A' はチャー C_x の燃焼熱により加熱再生され、再生触媒 C_A となって再びガス化室 21-1 に送り込まれる。また、ガス化室 21-1 から抜き出された不燃物 I、チャー C_x 、灰 J 及び触媒 C_A' の混合体は選別装置 23 に送り込まれ、該選別装置 23 で不燃物 I が選別除去され、残るチャー C_x 、灰 J 及び触媒 C_A' は燃焼室 21-2 に送り込まれ、該燃焼室 21-2 でチャー C_x は燃焼し、劣化している触媒 C_A' の加熱再生に寄与する。燃焼室 21-2 からの灰 J 及びチャー C_x を含む排ガス G_c は除塵装置 25 に送られ、灰 J 及び触媒 C_A が除去され排出される。該除去された灰 J 及び触媒 C_A は選別装置 26 に送り込まれ、該選別装置 26 で、灰 J と触媒 C_A は選別分離され、触媒 C_A はガス化室 21-1 に再び送り込まれる。

同じ流動層炉内で流動媒体である粒子状の触媒 C_A を直接移動させる。

移動方法は内部循環型流動床ガス化炉のように、ガス化室 21-1 と燃焼室 21-2 の流動媒体の流動化速度の差による流動媒体（触媒 C_A）の移動を利用する。図 10 に示す装置の場合と同様、触媒 C_A が解碎しやすかったり小粒径で飛散しやすい場合は、除塵装置 25 で捕捉された灰 J 及び触媒 C_A の混合体から選別装置 26 で触媒 C_A を選別しガス化室 21-1 に戻すのがよい。また、ガス化室 21-1 と燃焼室 21-2 を隔離したり、燃焼室 21-2 からガス化室 21-1 への酸素混入を防ぐ手段が必要であることはこれまでと同様である。

上記ガス化装置 21 の流動層炉に用いる流動媒体にタール分解用触媒粒子（CaO、Al₂O₃Ni、FeSiO₂、MgSiO₂ 等）を用いると、原料 A のガス化と触媒作用によるタール分解を同時に行うことができる。また、CaO 等は脱硫剤、脱塩剤としても機能するため、同時に脱硫、脱塩を行うことが可能となる。

図 12 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置は図示するように、バイオマス、一般廃棄物、産業廃棄物、 RDF、廃プラスチック等の原料 A をガス化装置 31 でガス化し、その生成ガス G_A を除塵・触媒装置 32 で、除塵・改質して、製品ガス G_B を得ている。

ガス化装置 31 から排出される生成ガス G_A には、上述のようにタール、ダスト及びチャーが含まれているため、これを除去する必要がある。改質（タール分解）後のガスであれば、湿式ガス洗浄によってダストやチャーを除去することができる。しかし、タール分解前のガスは冷却によるタール析出の問題があるため、冷却前にタールを分解しなければならない。低温でタールを分解する触媒の劣化や汚染を防ぐには、触媒装置の前段で除塵するのが望ましい。

原料 A をガス化するガス化温度領域における高温除塵装置としてはセ

ラミックスフィルタが利用されている。しかしタルが分解されていない状態での除塵は、高温運転時は問題が無くとも、停止時に酸素とタルが反応し局部高温化による破損が生じたり、タル析出による目詰まりなどのトラブルが起こりやすい。

上記問題を改善するために、図12に示すシステムではガス化装置31の後段に除塵・触媒装置32を配置した構成を採用している。即ち、除塵・触媒装置32は除塵装置のフィルタ部分に触媒を担持させるかあるいは触媒粒子を充填した粒子フィルタを除塵装置としたものである。触媒機能を有するこれらフィルタを通過する生成ガスG_Aはフィルタによる除塵に加え、触媒反応によるタルの分解が促進される。

図13は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図で、図12の装置を発展させた構成を採用している。図示するように、除塵・触媒装置32でガス改質（タル分解）に寄与し、劣化した触媒C_{A'}は該除塵・触媒装置32から抜き取られ、触媒再生装置33に送られ、再生された触媒C_Aとなって再び除塵・触媒装置32に供給される。

ガス化装置31から抜き取られた不燃物I、チャーC_x及び灰Jの混合体は選別装置34に送られ、該選別装置34で不燃物Iが選別除去され、残るチャーC_xや灰Jはチャー燃焼装置35に送られ、該チャー燃焼装置35でチャーC_xは燃焼する。チャー燃焼装置35からの灰Jを含む燃焼排ガスG_cは除塵装置36に送られ、該除塵装置36で灰Jが除去され、残る燃焼排ガスG_cは触媒再生装置33に送られ、該触媒再生装置33で劣化した触媒C_{A'}は燃焼排ガスG_cの顕熱で加熱再生される。除塵・触媒装置32で改質（タル分解）に寄与し、劣化した触媒C_{A'}を触媒再生装置33に投入し、加熱再生された触媒C_Aを選別して除塵・触媒装置32に戻してもよい。

図14は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図で、図9の装置を発展させた構成を採用している。本装置が図9に示す装置と異なる点は、ガス化装置31を流動層を有するガス化室31-1と流動層を有する燃焼室31-2の炉統合型とした点である。このように、ガス化装置31を原料Aをガス化するガス化室31-1とチャーを燃焼させる燃焼室31-2を統合した炉統合型したことにより、ガス化装置31内に原料Aのガス化の機能とチャー燃焼の機能を持たせることができる。

ガス化装置31内のガス化室31-1と燃焼室31-2は、原料Aをガス化した生成ガスG_AとチャーC_xを燃焼させた燃焼排ガスG_Cをそれぞれ独立に取り出すことができるよう、例えばフリーボードを仕切り板などで両区画を完全に仕切る。更に燃焼室31-2にはチャーC_xを燃焼させるだけの酸素が供給されるため、この酸素がガス化室31-1に漏れ込まないよう、フリーボードだけでなく、炉底部分まで両区画が互いに隔離されが望ましい。

上記のようにガス化装置31内をガス化室31-1と燃焼室31-2に区画し、ガス化室31-1から燃焼室31-2にチャーC_xを流動層の流動媒体M_xを利用して移送する。即ち、ガス化室31-1で発生したチャーC_xを流動媒体M_xと共に燃焼室31-2に送り込み、燃焼室31-2でチャーC_xを燃焼させ、その燃焼熱で加熱された流動媒体M_xを再びガス化室31-1に戻している。

燃焼室31-2からガス化室31-1へ流動媒体M_xが戻ることによって燃焼室31-2の熱の一部はガス化室31-1の熱分解熱源としても利用される。この場合、流動媒体M_xが存在する炉底部には両区画に流動媒体M_xの移動に必要なだけの通路が必要となる。流動媒体M_xの存在と適切な流動化速度を維持することで燃焼室31-2からガス化室3

1-1への酸素漏れ込みはある程度防ぐことができるが、内部循環流動床ガス化炉のようにガス化室31-1と燃焼室31-2間に流動媒体M_xの移動する層を設けたり、原料濃度の低いガス化室31-1の底部に流動媒体M_xを戻すようにすれば、なおよい。

原料Aに不燃物Iが多く含まれている場合は、従来のガス化装置と同じくガス化室31-1から不燃物Iを抜き出す不燃物抜き出し機構（不燃物排出装置、選別装置）を設けなければならない。ここでは選別装置34を設け、ガス化室31-1から抜き出された不燃物I、チャーC_x及び灰Jの混合体から不燃物Iを選別除去し、チャーC_xと灰Jを燃焼室31-2に供給するようにしている。ガス化室31-1からの抜き出しの際に同伴されるチャーC_xのハンドリングについては酸素遮断や閉塞防止に留意する必要があるが、従来の方法のようにチャー発生量に見合うだけの量を全て抜き出すわけでないため、トラブルの危険性は緩和される。

なお、除塵・触媒装置32で除去したチャーC_xは必要に応じて（チャーC_xの量が多い場合）、該チャーC_xを燃焼室31-2に（燃焼目的）やガス化室31-1に（ガス化目的）戻す。また、上記例では、除塵・触媒装置32で劣化した触媒C_{A'}を触媒再生装置33で加熱再生して、除塵・触媒装置32に再び戻しているが、燃焼室31-2を触媒再生に利用してもよい。即ち、除塵・触媒装置32で改質（タール分解）に寄与し、劣化した触媒C_{A'}を燃焼室31-2に投入し、加熱再生された触媒C_Aを選別して除塵・触媒装置32に戻してもよい。

図15は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図で、図13の装置を発展させた構成を採用したものであり、本装置は図13のガス化装置31のガス化機能とチャー燃焼装置35のチャー燃焼機能と除塵・触媒装置32の除塵・改質機能を一つの流動層

炉で実現するため、ガス化・燃焼・除塵改質装置 4 0 を設けている。即ち、ガス化・燃焼・除塵改質装置 4 0 は、原料 A をガス化するガス化室 4 0 - 1、チャー C_x を燃焼する燃焼室 4 0 - 2 及び生成ガス G_A の除塵及び改質（タール分解）する除塵・触媒室 4 0 - 3 で構成される。

図 1 3 に示すように、除塵・触媒装置 3 2 を設け、該除塵・触媒装置 3 2 に触媒粒子を利用した粒子フィルタを用いた場合、固定層（充填層）で使用することもできるが、触媒粒子のハンドリングを考慮した場合、図 1 3 のように流動層を用いると触媒粒子のハンドリングが容易となる。

劣化したフィルタの触媒粒子を加熱して再生して再利用する場合、例えばチャー C_x の燃焼熱を利用して劣化した触媒粒子を再生し、該再生した触媒粒子をフィルタに供給するようなケースでは、フィルタからの触媒粒子を抜き出し、再生装置への供給、再生した触媒粒子のフィルタへの供給等のハンドリングが必要となる部分が多い。固定層でバッチ方式で触媒粒子を抜き出す方法と比較して、図 1 4 及び図 1 5 に示すように流動層（移動層）技術を利用したガス化装置 3 1 及びガス化・燃焼・除塵改質装置 4 0 を用いれば、触媒（触媒粒子） C_A の連続抜き出し、連続供給が可能となる。

また、触媒再生装置 3 3において、熱源である燃焼排ガス G_C と触媒 C_Aとの接触率を上げるのにも流動層は有効であり、充填層で接触させる場合に比べて触媒再生装置 3 3 からの再生済み触媒 C_A の抜き出しも容易になる。

サイクロン方式の除塵装置や遠心分離による除塵装置の場合は、除塵装置の前段で触媒粒子を吹き込み可燃ガスを改質した後、触媒 C_A は生成ガス G_A 中のチャー C_x やダストと共に捕集され、生成ガス G_A と分離され、チャー燃焼室（触媒再生室）に送ることで除塵と改質（タール分解）を同時に行うことができる。

図16は図14の触媒再生装置33の触媒再生を燃焼室31-2にさせる場合の構成例である。ガス化装置31は図示するように、流動層31aを具備する流動層炉を隔壁31bでガス化室31-1と燃焼室31-2に区画している。また、流動層31aの隔壁31bの下端下方は流動媒体の移動通路となっている。除塵・触媒装置32は濾材32aが設けられ、該濾材32aの上に触媒C_Aが充填されている。

ガス化室31-1からのチャーC_x及び灰Jを含む生成ガスG_Aを除塵・触媒装置32の濾材32aの下方に供給することにより、チャーC_x及び灰Jは濾材32aに捕集されて除去され、生成ガスG_Aは散気ノズル32cから触媒C_Aの固定層（充填層）32bの中に噴出され、該触媒C_Aの固定層32bを通って改質（タール分解）され、製品ガスG_Bとなる。濾材32aに捕集除去されたチャーC_x及び灰Jは必要に応じて燃焼室31-2及びガス化室31-1に供給される。

ガス化室31-1の流動層31aから抜き出された不燃物I、灰J、チャーC_x及び流動媒体である触媒C_Aの混合体は選別装置34に供給され、不燃物Iが選別除去され、残る灰Jと触媒C_AとチャーC_xは燃焼室31-2に戻される。除塵・触媒装置32で生成ガスG_Aの改質（タール分解）に寄与し、劣化した（触媒機能の衰えた）触媒C_{A'}は燃焼室31-2に送られ、該燃焼室31-2で加熱再生され、再生触媒C_Aとして除塵・触媒装置32に戻される。燃焼室31-2で加熱再生された触媒C_Aはガス化室31-1に移送される。燃焼室31-2からの燃焼排ガスG_Cは熱回収装置37を通って熱回収され、除塵装置38を通してダストが除去され、排出される。

図17は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図で、図11のガス化と触媒再生と除塵及びガス改質を1つの流動層炉で行う場合の構成を示す図である。ガス化・燃焼・除塵改質

装置 4 0 は図示するように、流動層 4 0 a を具備する流動層化炉を隔壁 4 0 b 及び 4 0 c でガス化室 4 0 - 1 と燃焼室 4 0 - 2 と除塵・触媒室 4 0 - 3 に区画している。流動層 4 0 a の隔壁 4 0 b 及び 4 0 c の下端下方部は流動媒体である劣化した触媒 C_A' の移動通路となっている。

除塵・触媒室 4 0 - 3 の下方には除塵室 4 1 が設けられている。除塵室 4 1 には、濾材 4 1 a が設けられている。ガス化室 4 0 - 1 で原料 A をガス化したチャー C_x 及び灰 J を含む生成ガス C_A は、除塵室 4 1 の濾材 4 1 a の下方に送り込まれ、チャー C_x 及び灰 J は濾材 4 1 a に捕集され、残る生成ガス G_A は散気ノズル 4 1 b を通して流動層 4 0 a の中に噴出され、流動層 4 0 a を構成する流動媒体である触媒 C_A で改質（タール分解）され、除塵・触媒室 4 0 - 3 から製品ガス G_B として排出される。なお、流動層 4 0 a の底部には通常流動気体及び酸化剤として空気 L が吹き込まれる。

除塵・触媒室 4 0 - 3 で生成ガス G_A の改質（タール分解）に寄与し劣化した触媒 C_A' は燃焼室 4 0 - 2 に移動し、加熱再生され、搬送路 4 0 d を通って除塵・触媒室 4 0 - 3 に戻される。燃焼室 4 0 - 2 からの燃焼排ガス G_c は熱回収装置 3 7 を通って熱回収され、除塵装置 3 8 を通ってダストが除去され、排出される。また、燃焼室 4 0 - 2 で加熱再生された触媒は搬送路 4 0 e を通ってガス化室 4 0 - 1 に戻る。

図 18 は除塵・触媒装置 3 2 の構成例を示す図である。図に示すように除塵・触媒装置 3 2 内に濾材 3 2 a を設け、灰 J 及びチャー C_x を含む生成ガス G_A をガス導入口 3 2 - 1 から導き、濾材 3 2 a に浸入させることにより、濾材 3 2 a にて灰 J 及びチャー C_x と生成ガス G_A が分離される。該濾材 3 2 a で灰 J 及びチャー C_x が除去された生成ガス G_A は濾材 3 2 a 上に形成された触媒 C_A の充填層 3 2 b を通って改質（タール分解）され、ガス排出口 3 2 - 2 から製品ガス G_B として排出される。

ここで濾材 3 2 a には、セラミックや金属製フィルタを用いる。分離された灰 J 及びチャー C_xは排出口 3 2 – 3 から排出される。

また、除塵・触媒装置 3 2 は図 1 9 に示すように、内部に濾材に代えて砂やセラミックス粒子を充填剤 O_xとして充填した充填層 3 2 c を設け、ガス導入口 3 2 – 1 を通して導入される灰 J 及びチャー C_xを含む生成ガス G_Aから灰 J 及びチャー C_xを分離するようにしてよい。該充填層 3 2 c は充填剤 O_xを流下等によって移動させるものである。灰 J 及びチャー C_xを含む生成ガス G_Aを充填層 3 2 c に浸入させることにより、該充填層 3 2 c の充填剤 O_xの粒子は灰 J 及びチャー C_xを接触捕集し、灰 J 及びチャー C_xを生成ガス G_Aから分離する。該充填層 3 2 c を透過した生成ガス G_Aは充填層 3 2 c からガス排出口 3 2 – 2 までの流路中に配置され、触媒 C_Aの充填層 3 2 b を通って改質（タール分解）され、ガス排出口 3 2 – 2 から製品ガス G_Bとして排出される。触媒 C_Aは充填剤 O_xと混合して使用するから、充填剤 O_x自体を全てを触媒 C_Aに置き換えるても良い。

排出口 3 2 – 3 から排出された充填剤 O_x、灰分 J 及びチャー C_xは、比重差選別機にて充填剤 O_xと灰分 J とチャー C_xの比重差により分別し、分別された充填剤 O_xは再び除塵・触媒装置 3 2 の充填層 3 2 c に戻し、灰 J は冷却した後回収される。これらの分別は還元性雰囲気の中で行われる。

また、除塵・触媒装置 3 2 は図 2 0 に示すように、ガス導入口 3 2 – 1 から導入される灰 J 及びチャー C_xを含む生成ガス G_Aから灰 J 及びチャー C_xを旋回流の遠心力の作用によって分離するよう、所謂サイクロン式遠心分離器とすることもできる。除塵・触媒装置 3 2 の中或いはガス導入口 3 2 – 1 の近傍に触媒（触媒粒子） C_Aをロックホッパー 4 2 等の生成ガス G_Aの雰囲気と外気の雰囲気を隔離する装置を介して

該生成ガス G_A 中に注入することにより、旋回流の混合攪拌作用により生成ガス G_A 中のタール分を触媒 C_A により分解させる。該除塵・触媒装置 3 2 では、タール分解後に生成ガス G_A から灰 J 及びチャー C_x 及び劣化触媒 C_A' が分離され、排出口 3 2-3 から排出され、タール分解後に生成ガス G_A は製品ガス G_B としてガス排出口 3 2-2 から排出される。

また、除塵・触媒装置 3 2 は図 2 1 に示すように、装置内に濾材 3 2-a を設け灰 J 及びチャー C_x を含む生成ガス G_A をガス導入口 3 2-1 から導入し、該濾材 3 2-a に灰 J 及びチャー C_x を含む生成ガス G_A を浸透させることにより、灰 J 及びチャー C_x は該濾材 3 2-a で捕集分離され、該灰 J 及びチャー C_x は排出口 3 2-3 から排出される。

濾材 3 2-a からガス排出口 3 2-2 までの流通路中に充填された触媒 C_A により生成ガス G_A のタールは分解され、改質された生成ガス G_A は製品ガス G_B となってガス排出口 3 2-2 から排出される。ここで濾材 3 2-a は、セラミックスや金属製のフィルタである。

触媒 C_A はタールの分解に使われた後、触媒機能は劣化するので、その再生を行うため、濾材 3 2-a の上方に散気ノズル 3 2-b 等の散気手段を配し、それを介して生成ガス G_A を噴出し触媒 C_A を流動化させて移動し、劣化した触媒 C_A' を触媒排出口 3 2-4 から外部に排出する。除塵・触媒装置 3 2 内の濾材 3 2-a は触媒排出口 3 2-4 に近いほど低位になるように傾斜面を設けるのが、劣化した触媒 C_A' の排出に好適である。

図 2 2 は除塵・触媒装置の他の構成例を示す図である。本除塵・触媒装置 3 2 は、図示するように装置内で灰 J 及びチャー C_x を生成ガス G_A から分離するものとして、濾材に代えて砂やセラミックス粒子を充填剤 O_x として充填した充填層 3 2-c を設けたものである。該充填層 3 2-c

は充填剤 O_x の流下等によって移動させるものである。該灰J及びチャーC_xを含む生成ガスG_Aをガス導入口32-1から導入し、充填層32cに浸透させると、該充填層32cの充填剤 O_x の粒子により灰J及びチャーC_xが接触捕集され、生成ガスG_Aから分離する。該充填層32cにて分離された灰J及びチャーC_xは排出口32-3から外部に排出される。

除塵・触媒装置32には更に再生された触媒C_Aが充填される触媒充填層32dを設ける。該触媒充填層32dは充填層32cと同様に触媒C_Aを流下等により移動させるものである。生成ガスG_Aを該触媒充填層32dに浸透させると、触媒C_Aによりタールが分解され、劣化した触媒C_{A'}は触媒出口32-5から排出される。

図22に示す構成の除塵・触媒装置32において、触媒C_Aは充填剤 O_x と同様に粒子状にして充填剤 O_x と混合して使用するか、充填剤 O_x 自体を全て触媒C_Aに置き換えるてもよい。この場合、充填層32cにて分離された灰J及びチャーC_xは、比重差選別機にて充填剤 O_x （触媒C_A）と灰JとチャーC_xの比重差により分別する。

触媒C_Aは充填剤 O_x と同様に粒子状にして充填剤 O_x と混合して使用するか、充填剤 O_x 自体を全てを触媒C_Aに置き換える場合、除塵・触媒装置32の温度が900°C～1000°Cの高温であれば、塩類は揮散して灰Jに残留しないため、充填層32cにて分離された灰J及びチャーC_xは、充填剤 O_x 及び触媒C_Aと共にそのままチャー燃焼装置や燃焼室に供給することも可能である。

図23は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置は流動層炉をガス化室43-1と燃焼室43-2とに隔壁43aで区画したガス化装置43を具備している。還元雰囲気のガス化室43-1から流動媒体（砂）M_x、劣化した触媒C_A、

及びチャー C_x が酸化雰囲気の燃焼室43-2に移動し、該燃焼室43-2でチャー C_x は燃焼し、劣化した触媒 C_A' は加熱され再生された触媒 C_A となる。該再生された触媒 C_A は再びガス化室43-1に移動し、燃焼排ガス G_c は排出される。

ガス化室43-1の流動層43-1aには流動媒体（砂） M_x と触媒 C_A が存在し、原料Aはガス化されると同時に触媒 C_A により改質（タル分解）され、改質された生成ガス G_A は図20と略同じ構成のサイクロン式遠心分離器を用いた除塵・触媒装置32に導入される。また、ガス化室43-1の流動層43-1aから抜き出された、不燃物I、未反応分を含む劣化した触媒 C_A' 、流動媒体 M_x 及び灰Jの混合体は選別装置34に導かれ、該選別装置34で不燃物Iは選別分離され、残る触媒 C_A' 、流動媒体 M_x 及び灰Jが除塵・触媒装置32に導入される。

除塵・触媒装置32では図20の場合と同様、生成ガス G_A と触媒 C_A の気相混合により生成ガス G_A は更に改質され、製品ガス G_B を得る。除塵・触媒装置32からの触媒 C_A' 、流動媒体 M_x 及び灰Jはガス化装置43の燃焼室43-2に戻される。

図24は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置は図12のガス化装置31と略同じ構成のガス化装置31と図20の除塵・触媒装置32と略同じ構成の除塵・触媒装置32を具備する。ガス化室31-1の流動層31aから抜き出された不燃物I、触媒 C_A' 及び灰Jの混合体が選別装置34に導かれ、該選別装置34で不燃物Iが選別除去され、残る触媒 C_A' 及び灰Jはガス化室31-1に戻される。ガス化室31-1では原料Aをガス化と同時に触媒 C_A により生成ガス G_A の改質が行われる。ガス化室31-1からの生成ガス G_A 、灰J及びチャー C_x の混合体は除塵・触媒装置32に移送される。

除塵・触媒装置 3 2 では、図 2 0 の場合と同様、生成ガス G_A と触媒 C_A の気相混合により生成ガス G_A' は更に改質され、製品ガス G_B を得る。除塵・触媒装置 3 2 からの触媒 C_A' 、チャー C_x 及び灰 J はガス化装置 3 1 の燃焼室 3 1 - 2 に戻される。

図 2 5 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置は図示するように触媒反応再生装置として流動層触媒装置 5 6 を使用する装置である。流動層触媒装置 5 6 では、流動媒体に触媒粒子を使用し、炉内は触媒 C_A が反応する反応室 5 6 - 1 と劣化した触媒 C_A' を再生する再生室 5 6 - 2 とに分かれている。反応室 5 6 - 1 内は還元雰囲気であり、再生室 5 6 - 2 内は酸化雰囲気である。反応室 5 6 - 1 と再生室 5 6 - 2 はそれぞれガスが独立して通過するように仕切り板（図示せず）などにより仕切られている。両区画の間は処理する生成ガス G_A の量に合わせて設計することで適切な流動化速度が維持されており、流動媒体である触媒 C_A がお互いの区画を循環するようになっている。

石炭、バイオマス、一般廃棄物、産業廃棄物、RDF、廃プラスチック等の原料 A をガス化装置 5 1 によりガス化し、その生成ガス G_A を除塵装置 5 2 に送り、該生成ガス G_A に含まれるチャー C_x や灰 J を除去し、流動層触媒装置 5 6 の反応室 5 6 - 1 に送る。還元雰囲気での反応室 5 6 - 1 では、送られた該生成ガス G_A で触媒 C_A を流動させながら生成ガス G_A の改質（タール分解）を行い、製品ガス G_B を得る。

ガス化装置 5 1 からの不燃物 I 、チャー C_x 及び灰 J の混合体は選別装置 5 3 に送られ、不燃物 I が選別除去され、残るチャー C_x 及び灰 J の混合体はチャー燃焼室 5 4 に送られ、該チャー燃焼室 5 4 でチャー C_x は燃焼する。該チャー燃焼室 5 4 からの灰 J を含む燃焼排ガス G_c は除塵装置 5 5 に送られ灰 J が除去され、燃焼排ガス G_c は流動層触媒装置

5 6 の再生室 5 6 – 2 に送られる。

再生室 5 6 – 2 には反応室 5 6 – 1 からタール分解に寄与し、触媒機能の劣化した触媒 C_A' が送られ、酸化雰囲気の再生室 5 6 – 2 では、燃焼排ガス G_c の熱を利用して劣化した触媒 C_A' の加熱再生が行われる。反応室 5 6 – 1 からの触媒 C_A' に含有するチャー C_x の量が多い場合は、再生室 5 6 – 2 に燃焼用酸素含有ガス（空気等）を投入して該チャー C_x を燃焼させる。燃焼排ガス G_c の顕熱と残留チャー C_x の燃焼熱によつて再生された触媒 C_A は、再び反応室 5 6 – 1 に供給される。

反応室 5 6 – 1 では触媒 C_A の存在下でタール分解（熱分解反応）が起こり炉内の温度が低下するが、再生室 5 6 – 2 から供給される流動媒体である触媒 C_A が持ち込む熱量と生成ガス G_A の顕熱によって熱分解に必要な熱量が供給される。なお、流動層触媒装置 5 6 の反応室 5 6 – 1 には触媒 C_A が補充できるようになっている。

図 2 6 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図である。本装置は図 2 5 の装置と同様、流動層触媒装置 5 6 を触媒反応再生装置として使用する装置で、図 2 5 の装置と相違する点は、ガス化装置 5 1 に流動層炉を用い、炉内を原料 A をガス化する還元雰囲気であるガス化室 5 1 – 1 と酸化雰囲気である燃焼室 5 1 – 2 とに分けている点である。ガス化室 5 1 – 1 と燃焼室 5 1 – 2 はそれぞれガスが独立して通過するように仕切り板（図示せず）などにより仕切られ、流動媒体が両区画を循環するようになっている。

ガス化室 5 1 – 1 から抜き取られた不燃物 I 、チャー C_x 及び灰 J の混合体は選別装置 5 3 に送られ、該選別装置 5 3 で不燃物 I が選別除去され、残るチャー C_x 及び灰 J が燃焼室 5 1 – 2 に供給される。ガス化室 5 1 – 1 からの流動媒体 M_x とチャー C_x が燃焼室 5 1 – 2 に送られ、該燃焼室 5 1 – 2 でチャー C_x は燃焼し、加熱された流動媒体 M_x は再び

ガス化室 51-1 に戻される。ガス化室 51-1 からの生成ガス G_A 及び燃焼室 51-2 の燃焼排ガス G_C はそれぞれ除塵装置 52 及び除塵装置 55 で除塵され流動層触媒装置 56 の反応室 56-1 及び再生室 56-2 に送られる点は図 25 の装置と同様である。除塵装置 52 で生成ガス G_A から除去されたチャー C_x や灰 J は、必要に応じて (チャー C_x の量が多い場合)、燃焼室 51-2 やガス化室 51-1 に燃焼目的やガス化目的で戻す。なお、流動層触媒装置 56 の反応室には触媒 C_A が補充できるようになっている。

なお、図 25、図 26 の装置では、触媒反応再生装置として流動層を有する反応室 56-1 と再生室 56-2 を具備する流動層触媒装置 56 としているが、流動層触媒装置に限定されるものではなく、触媒により生成ガスを改質する反応室とガス改質により劣化した触媒を加熱再生する再生室を一体に構成したものであればよい。

図 25 に示す構成の装置では、流動層触媒装置 56 に供給される生成ガス G_A 及び燃焼排ガス G_C は前処理として除塵装置 52、55 でそれぞれ除塵しているが、触媒流動層炉である流動層触媒装置 56 を粒子フィルタとしても利用することで図 27 に示すように、除塵機能を有した流動層触媒除塵装置 56' として使用することもできる。図 27において、反応室 56'-1 からの劣化した触媒 C_A' 、灰 J 及びチャー C_x は再生室 56'-2 に移送され、該再生室 56'-2 でチャー C_x は燃焼し、その燃焼熱で劣化した触媒 C_A' が加熱再生され、反応室 56'-1 に戻され、灰 J は流動層触媒装置 56 の外に排出される。

また、図 26 に示す構成の装置では、流動層触媒装置 56 に供給される生成ガス G_A 及び燃焼排ガス G_C は前処理として除塵装置 52、55 でそれぞれ除塵しているが、触媒流動層炉である流動層触媒装置 56 を図 28 に示すように、除塵機能を有した流動層触媒除塵装置 56' として

使用することもできる。図28において、反応室56' - 1からの劣化した触媒C_{A'}、灰J及びチャーC_xは再生室56' - 2に移送され、該再生室56' - 2でチャーC_xは燃焼し、その燃焼熱で劣化した触媒C_{A'}が加熱再生され、反応室56' - 1に戻され、灰Jは流動層触媒除塵装置56' の外に排出される。また、反応室56' - 1からのチャーC_x及び灰Jはガス化装置51の燃焼室51 - 2に送られる。

図29は図28に示す装置の炉部分の構成を示す図である。図示するようにガス化装置51は隔壁51aでガス化室51 - 1と燃焼室51 - 2に区画され、ガス化室51 - 1の流動層51 - 1aと燃焼室51 - 2の流動層51 - 2aは隔壁51aの下端下方で連通し、ガス化室51 - 1の流動層51 - 1aから流動媒体M_xとチャーC_xが燃焼室51 - 2の流動層51 - 2aに連通路51bを通って移動するようになっている。また、燃焼室51 - 2でチャーC_xの燃焼熱等により加熱された流動媒体M_xは流動層51 - 2aからガス化室51 - 1の流動層51 - 1aに移動するようになっている。

流動層触媒除塵装置56' は隔壁56' aで反応室56' - 1と再生室56' - 2に区画され、反応室56' - 1の流動層56' - 1aと再生室56' - 2の流動層56' - 2aは隔壁56' aの下端下方で連通し、反応室56' - 1の流動層56' - 1aから劣化した触媒C_{A'}と灰JとチャーC_xが連通路56' bを通って移動するようになっている。また、再生室56' - 2でチャーC_xの燃焼熱等により加熱再生された触媒C_Aは反応室56' - 1の流動層56' - 1aに供給されるようになっている。

ガス化装置51のガス化室51 - 1で原料Aをガス化し、その生成ガスG_Aと灰JとチャーC_xの混合体は流動層触媒除塵装置56' の反応室56' - 1に供給され、生成ガスG_Aは触媒C_Aにより改質(タール分解)

され、製品ガス G_B となり排出される。また、ガス化装置 51 の燃焼室 51-2 からの燃焼排ガス G_c は流動層触媒除塵装置 56 の再生室 56'-2 に供給され、劣化した触媒 C_A' の加熱再生に寄与した後、排出される。

図 30 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成例を示す図で、図 28 のガス化装置 51 と流動層触媒装置 56' を 1 炉に統合した装置を示す図である。図示するようにガス化装置 51 と流動層触媒除塵装置 56' は 1 つの流動層炉 60 で統合されている。ガス化装置 51 と流動層触媒除塵装置 56' の動作作用は図 28 と略同一であるのでその説明は省略する。

図 31 は図 30 に示す装置の炉部分の構成を示す図である。図示するようにガス化装置 51 と流動層触媒除塵装置 56' は 1 つの流動層炉 60 に統合され、上部が流動層触媒除塵装置 56'、下部がガス化装置 51 となっている。ガス化装置 51 のガス化室 51-1 と燃焼室 51-2 及び流動層触媒除塵装置 56' の反応室 56'-1 と燃焼室 56'-2 は隔壁 61 で区画されている。ガス化装置 51 のガス化室 51-1 で発生した生成ガス G_A は流動層触媒除塵装置 56' の反応室 56'-1 底部の散気板 62 を通して流動層 56'-1a に供給され、燃焼室 51-2 で発生した燃焼ガス G_c は再生室 56'-2 の底部の散気板 62 を通して流動層 56'-2a に供給されるようになっている。

ガス化装置 51 のガス化室 51-1 で原料 A をガス化すると同時に生成ガス G_A は触媒 C_A により改質（タール分解）される。この生成ガス G_A は更に、流動層触媒除塵装置 56' の反応室 56'-1 底部の散気板 62 から流動層 56'-1a に噴出され、ここで生成ガス G_A は触媒 C_A と接触し、更に改質され完全に改質された製品ガス G_B として排出される。また、ガス化装置 51 の燃焼室 51-2 からの燃焼排ガス G_c は流

動層触媒除塵装置 5 6' の再生室 5 6' - 2 底部の散気板 6 2 から流動層 5 6' - 2 a に噴出され、クリーンな燃焼排ガス G_c となって排出される。

図 3 3 は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成を示す図である。水蒸気改質及び二酸化炭素改質の反応を進行させることによりタール分解を狙う場合、触媒としてそれに適したもの用いるのと同時に、改質反応に必要な改質用ガス G_R をガス改質装置 1 2 の入口で十分に含有させることが必要である。通常ガス化装置 1 1 からの生成ガス G_A 中には、H₂O、CO₂ が含まれるが、量論比（タールが分解するのに必要な量を 1 とする）で 1 ~ 3 程度含まれることが必要となるので、必要があれば、図示するように、ガス改質装置 1 2 の入口に改質用ガス G_R として蒸気 (H₂O) や二酸化炭素 (CO₂) を投入する。ガス改質装置 1 2 内の温度は、700 ~ 1000°C で望ましくは、800 ~ 950°C である。

触媒再生装置 1 3 の機能として、上記例では、触媒 C_A 上の不純物を加熱して再生している。触媒再生装置 1 3 の機能は、触媒 C_A を加熱することであるが、触媒 C_A を加熱すること = 再生ではない。加熱だけではなく何等かの反応が必要な場合もある。かといって加熱が不要な訳ではない。触媒再生装置 1 3 及びガス改質装置 1 2 ではある程度の温度を保つ必要があるので、触媒再生装置 1 3 で触媒 C_A が熱を受け取る必要がある。これを纏めると、ガス改質装置 1 2 での不純物の析出・吸着により失活して劣化した触媒 C_{A'} の再生、ガス改質装置 1 2 、触媒再生装置 1 3 に必要な熱（反応温度維持）の供給である。

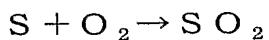
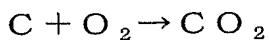
触媒 C_A に熱を供給することにより、劣化した触媒 C_{A'} の再生が行われる。これに加えてこの熱が触媒再生装置 1 3 、ガス改質装置 1 2 に必要な温度を保つために利用されるので、触媒 C_A の加熱という働きもし

ている。また、ガス改質装置 1 2 での反応は吸熱反応であるため、触媒再生装置 1 3 での触媒 C_A の加熱はガス改質装置 1 2 の温度維持という点で重要となる。

触媒再生の具体的な再生反応としては、下記①～④に示すものがある。

①燃焼（酸化）再生（再生用ガス＝酸素）

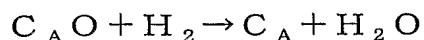
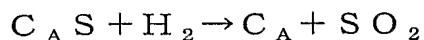
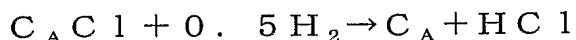
触媒表面に析出した炭素 C、硫黄 S 等を燃焼による除去することで、下記に示す発熱反応である。



これは上記クラッキング反応の副反応で生成する炭素分の燃焼による除去反応である。また、硫黄 S に対しても同じ再生方法が考えられる。この反応は勿論必要であるが、それに加えて再生用のガスとして酸素 O_2 が必要である。酸素は純酸素、空気、また残酸素を含む排ガス等でもよい。発熱反応であるため、この熱を熱源として用いることができる。

②水素化再生（再生用ガス＝水素）

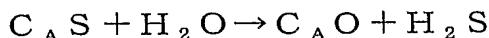
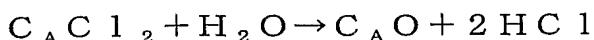
酸化、塩素化、硫化した触媒の還元再生（ C_A は触媒、典型的には Pt 等の遷移金属）で、下記に示す吸熱反応である。



これは水素化による再生であり、酸化、塩素化、硫化した触媒（触媒中の Pt 等遷移金属）を、含水素ガス中で還元することにより還元状態の金属とすることにより再生を行う。

③水蒸気再生（再生用ガス＝水蒸気）

塩素化、硫化した触媒の還元再生（ C_A は触媒、典型的には Ca、Al、Si、Mg）で、下記に示す吸熱反応である。



これは水素による再生であり、塩素化、硫化した触媒を上記②と同様に還元再生する。

④加熱再生（再生用ガス＝高温排ガス等）

触媒表面に溶融した低融点金属（Na、K、Pb、Hg等）の加熱蒸発による除去で、吸熱反応である。

ガス改質装置12の熱源として、上記例では、プロセス廃熱T_Pとし、具体的にはチャーC_xの燃焼排ガスG_cの顯熱を利用する例を示したが、これに限定されるものではなく、例えば上記①の燃焼（酸化）再生の時に発生する熱（炭素C、硫黄S等の燃焼再生時の燃焼熱）、生成ガスの一部の燃焼による燃焼熱、又はこれらの組み合わせを熱源とする。また、原料自身が持つ熱量を使用することにより助燃料を使わないようになることもできる。

図34は本発明に係る可燃ガス改質方法を実施する装置のシステム構成を示す図である。図示するように、ここでは触媒再生装置13にプロセス廃熱T_Pと再生用ガスG_Tを供給し、触媒再生装置13から燃焼排ガスG_cが排出される。再生用ガスG_Tとしては、酸素(O₂)（純酸素、空気、排ガス）、水素(H₂)（純水素、含む水素オフガス等）、水蒸気(H₂O)を用いる。触媒C_Aの再生方法は、上記①～④の再生方法による。触媒再生装置13の温度条件は、800～1000°Cで好ましくは、900～1000°Cである。

図35は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガスG_cの顯熱を用いる場合を示す。ガス化装置11はガス化室11-1とチャー燃焼室11-2で構成され、ガス化室11-1からチャー燃焼室11-2に流動媒体M_xとチャーC_xが供給され、チャー燃焼室11-2か

らガス化室 1 1 - 1 に流動媒体 M_x が供給される。ガス改質装置 1 2 には改質用ガス G_R が供給されると共に、ガス化室 1 1 - 1 から生成ガス G_A が供給され、触媒再生装置 1 3 にはチャー燃焼室 1 1 - 2 から燃焼排ガス G_c が供給される。ガス改質装置 1 2 から触媒再生装置 1 3 に劣化した触媒 C_A' が供給され、触媒再生装置 1 3 からガス改質装置 1 2 に再生された触媒 C_A が供給される。再生方法は上記燃焼（酸化）再生、加熱再生の場合に用いることができる。

図 3 6 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、再生反応熱を用いる場合を示す。触媒再生装置 1 3 には再生用ガス G_T を供給し、該再生用ガス G_T で再生を行い（含酸素による燃焼再生）、これにより再生、及び熱源の供給を行っている。この場合、チャー C_x の燃焼排ガス G_c を利用しなくてもよいので、ガス化装置 1 1 は部分燃焼ガス化炉でも可能である。再生方法は上記燃焼（酸化）再生の場合にのみ用いることができる。

図 3 7 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガス G_c の顕熱と再生反応熱を用いる場合を示す。ガス改質装置 1 2 には改質用ガス G_R とガス化室 1 1 - 1 から生成ガス G_A が供給されている。触媒再生装置 1 3 に供給される再生用ガス G_T はチャー燃焼室 1 1 - 2 からの燃焼排ガス G_c との間で熱交換器 7 0 を介して熱交換され、加熱されて供給される。再生用ガス G_T を加熱する熱交換器 7 0 には、700～1000°C 程度でも使用可能な特殊鋳鋼、セラミックなどを用いた高温熱交換器を利用する。再生方法は上記燃焼（酸化）再生、水素化再生、水蒸気再生の場合に用いることができる。

図 3 8 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガス G_c の顕熱と再生反応熱を用いる場合を示す。ガス改質装置 1 2 には改質用ガス G_R とガス化室 1 1 - 1 から生成ガス G_A が供給される。該生成ガ

ス G_A はチャー燃焼室 1 1 - 2 からの燃焼排ガス G_C との間で熱交換器 7 1 を介して熱交換され、加熱されて供給される。触媒再生装置 1 3 には再生用ガス G_T が供給される。生成ガス G_A を加熱する熱交換器 7 1 には 700 ~ 1000 °C 程度、還元雰囲気でも使用可能な特殊鉄鋼、セラミックなどを用いた高温熱交換器を利用する。再生方法は上記燃焼（酸化）再生、水素化再生、水蒸気再生の場合に用いることができる。

図 3 9 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガス G_C の顕熱と再生反応熱を用いる場合を示す。ガス改質装置 1 2 に供給される改質用ガス G_R はチャー燃焼室 1 1 - 2 からの燃焼排ガス G_C との間で熱交換器 7 2 を介して熱交換され、加熱されて供給される。また、ガス改質装置 1 2 にはガス化室 1 1 - 1 から生成ガス G_A が供給され、触媒再生装置 1 3 には再生用ガス G_T が供給される。改質用ガス G_R を加熱する熱交換器 7 2 には 700 ~ 1000 °C 程度でも使用可能な特殊鉄鋼、セラミックなどを用いた高温熱交換器を利用する。再生方法は上記燃焼（酸化）再生、水素化再生、水蒸気再生の場合に用いることができる。

図 4 0 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガス G_C の顕熱と再生反応熱を用いる場合を示す。ガス改質装置 1 2 には改質用ガス G_R とガス化室 1 1 - 1 から生成ガス G_A が供給される。触媒再生装置 1 3 には再生用ガス G_T とチャー燃焼室 1 1 - 2 からの燃焼排ガス G_C が供給される。再生方法は上記燃焼（酸化）再生、水素化再生、水蒸気再生の場合に用いることができる。

図 3 7、図 3 8、図 3 9 及び図 4 0 に示すいずれの装置も、上記燃焼（酸化）再生、水素化再生、水蒸気再生方法に利用できる。但し、水素化再生及び水蒸気再生は吸熱反応であるため、熱源とはなるわけではないから、燃焼排ガス G_C の顕熱が十分である時のみ成立する。再生反応

熱と他の熱源の組み合わせの場合、水素化再生のような吸熱反応の場合でもそれを他の熱源で補うことができれば、プロセスとしては成り立つので、再生反応熱は負に働いた場合でも、実用可能なプロセスとなる。

図41は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、生成ガス燃焼熱を用いる場合を示す。触媒再生装置13にはガス化装置11からの生成ガス G_A の一部が供給されると共に空気L(O_2)が供給される。ここで劣化した触媒 C_A' の再生は、加熱再生であり触媒表面に溶融した低融点金属(Na、K、Pb、Hg等)の加熱蒸発による除去である。

図42は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、再生反応熱と生成ガス燃焼熱を利用する場合を示す。ガス改質装置12には改質用ガス G_R とガス化装置11からの生成ガス G_A の一部が供給される。触媒再生装置13にはガス化装置11からの生成ガス G_A の一部と再生用ガス G_T と空気L(O_2)が供給される。再生方法は上記燃焼(酸化)再生、水素化再生、水蒸気再生の場合に用いることができる。

図43は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガス G_c の顯熱と生成ガス燃焼熱を利用する場合を示す。ガス改質装置12には、改質用ガス G_R とガス化室11-1から生成ガス G_A が供給される。該生成ガス G_A は熱交換器71を介してチャー燃焼室11-2からの燃焼排ガス G_c と熱交換され加熱されて供給される。触媒再生装置13には熱交換器71を介して加熱された生成ガス G_A の一部と空気L(O_2)が供給される。再生方法は、加熱再生の場合に用いることができる。

図44は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガス G_c の顯熱と生成ガス燃焼熱を利用する場合を示す。ガス改質装置12には改質用ガス G_R とガス化室11-1から生成ガス G_A の一部が供給される。触媒再生装置13にガス化室11-1からの生成ガス G_A の一部と空気L(O_2)が供給される。該空気L(O_2)は熱交換器70を介し

てチャー燃焼室 1 1 – 2 の燃焼排ガス G_c で加熱されている。再生方法は、加熱再生に使用できる。

図 4 5 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガス G_c の顕熱と生成ガス燃焼熱を利用する場合を示す。ガス改質装置 1 2 には熱交換器 7 2 を介してチャー燃焼室 1 1 – 2 からの燃焼排ガス G_c で加熱された改質用ガス G_R とガス化室 1 1 – 1 からの生成ガス G_A の一部が供給されている。触媒再生装置 1 3 にはガス化室 1 1 – 1 からの生成ガス G_A の一部と空気 L (O_2) が供給される。再生方法としては、加熱再生に使用できる。

図 4 6 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、燃焼排ガス顕熱と生成ガス燃焼熱を利用する場合を示す。ガス改質装置 1 2 には、改質用ガス G_R とガス化室 1 1 – 1 からの生成ガス G_A の一部が供給される。触媒再生装置 1 3 にはガス化室 1 1 – 1 からの生成ガス G_A の一部とチャー燃焼室 1 1 – 2 からの燃焼排ガス G_c と空気 L (O_2) が供給される。再生方法としては、加熱再生に使用できる。

図 4 7 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、生成ガス燃焼熱と燃焼排ガス G_c の顕熱と再生反応熱を利用する場合を示す。ガス改質装置 1 2 には、改質用ガス G_R とガス化室 1 1 – 1 からの生成ガス G_A の一部が供給される。生成ガス G_A は熱交換器 7 1 を介してチャー燃焼室 1 1 – 2 からの燃焼排ガス G_c と熱交換され加熱されて供給される。触媒再生装置 1 3 には加熱された生成ガス G_A の一部と再生用ガス G_T と空気 L (O_2) が供給される。再生方法としては、燃焼（酸化）再生、水素化再生、水蒸気再生に使用できる。

図 4 8 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、生成ガス燃焼熱と燃焼排ガス G_c の顕熱と再生反応熱を利用する場合を示す。ガス改質装置 1 2 には改質用ガス G_R とガス化室 1 1 – 1 からの生成ガス G_A

の一部が供給される。触媒再生装置 13 には再生用ガス G_T と熱交換器 70 を介してチャー燃焼室 11-2 からの燃焼排ガス G_c との間で熱交換され、加熱された空気 L (O_2) が供給される。再生方法としては、燃焼（酸化）再生、水素化再生、水蒸気再生に使用できる。

図 49 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、生成ガス燃焼熱と燃焼排ガス G_c の顕熱と再生反応熱を利用する場合を示す。ガス改質装置 12 には改質用ガス G_R とガス化室 11-1 からの生成ガス G_A の一部が供給される。触媒再生装置 13 には空気 L (O_2) と熱交換器 70 を介してチャー燃焼室 11-2 からの燃焼排ガス G_c との間で熱交換され、加熱された再生用ガス G_T が供給される。再生方法としては、加熱再生に使用できる。

図 50 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、生成ガス燃焼熱と燃焼排ガス G_c の顕熱と再生反応熱を利用する場合を示す。ガス改質装置 12 には熱交換器 72 を介してチャー燃焼室 11-2 からの燃焼排ガス G_c との間で熱交換され、加熱された改質用ガス G_R とガス化室 11-1 からの生成ガス G_A の一部が供給される。触媒再生装置 13 には生成ガス G_A の一部と空気 L (O_2) と再生用ガス G_T が供給される。再生方法としては、加熱再生に使用できる。

図 51 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図で、生成ガス燃焼熱と排ガス顕熱と再生反応熱を利用する場合を示す。ガス改質装置 12 には改質用ガス G_R とガス化室 11-1 からの生成ガス G_A の一部が供給される。触媒再生装置 13 には生成ガス G_A の一部と空気 L (O_2) と再生用ガス G_T とチャー燃焼室 11-2 からの燃焼排ガス G_c が供給される。再生方法としては、加熱再生に使用できる。

ガス改質装置で劣化した触媒は触媒再生装置で再生操作が必要であるから、連続的又は間欠的に触媒粒子が循環する必要がある。上記例では

図52に示すように、ガス改質室201と触媒再生室202が一体型の流動層200の構成例を示したが、ガス改質・触媒再生の装置形式としては下記に示すようなものがある。なお、図52において、203、204はサイクロン型集塵機であり、ガス改質室201の底部から生成G_Aを、触媒再生室202の底部から燃焼排ガスG_Cが供給されている。

図53は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは2塔循環方式で、ガス改質装置210と触媒再生装置211が共に気流層からなる。ガス改質装置210と触媒再生装置211の各層では触媒粒子が終端速度で移動するのに必要な空塔速度で各塔にガスを供給するものである。ガス改質装置210から飛び出した劣化した触媒（粒子）C_{A'}はサイクロン型集塵機212で製品ガスG_Bと分離され、触媒再生装置211に供給され、触媒再生装置211から飛び出した再生された触媒（粒子）C_{A'}はサイクロン型集塵機213で燃焼排ガスG_Cと分離され、ガス改質装置210に供給される。このように触媒粒子は2塔間を連続的に循環する。

図54は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは2塔循環方式で、ガス改質装置220と触媒再生装置221が共に濃厚流動層からなる。触媒再生装置221から加熱・再生された触媒C_Aがオーバーフローによりガス改質装置220に移送され、また劣化した触媒C_{A'}がガス改質装置220の下部から抜出され、気流搬送224により触媒再生装置221に移送される。気流搬送224のためのガスとしては相応の圧力を持った空気L等を使用する。ガス改質装置220から飛び出した触媒（粒子）C_{A'}はサイクロン型集塵機222で製品ガスG_Bと分離され、ガス改質装置220に戻り、触媒再生装置221から飛び出した再生された触媒（粒子）C_Aはサイクロン型集塵機223で燃焼排ガスG_Cと分離され、触媒再生装置221に戻る。このように触

媒粒子は2塔間を連続的に循環する。

図55は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは図54と同様の形式であるが、図54と異なりガス改質装置220から劣化した触媒 C_A' がオーバーフローで触媒再生装置221に供給され、該触媒再生装置221で加熱・再生された触媒 C_A は気流搬送224でガス改質装置220に移送される。この気流搬送用のガスとして、相応の圧力をもった生成ガス G_A 又は窒素ガス(N_2)、水蒸気(H_2O)、二酸化炭素(CO_2)或いはプロパンガス等の可燃ガスを用いる。

図56は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは2塔循環方式で、ガス改質装置220と触媒再生装置221は共に濃厚流動層である。触媒再生装置221で加熱・再生された触媒 C_A はオーバーフローしてガス改質装置220に供給される点は、図54と同様であるが、ガス改質装置220で劣化した触媒 C_A' はガス改質装置220の下部から抜出され、スクリューコンベア225及びエレベータ226等の機械的な移送手段により触媒再生装置221に移送される。

図57は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは図56の場合と同様であるが、図56の場合と異なり、ガス改質装置220から劣化した触媒 C_A' はオーバーフローで移送され、触媒再生装置221に供給され、該触媒再生装置221で加熱・再生された触媒 C_A は触媒再生装置221の下部から抜出され、スクリューコンベア225及びエレベータ226等の機械的な移送手段によりガス改質装置220に移送される。

図58は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは2塔循環方式で、ガス改質装置220と触媒再生装置221はともに濃厚流動層である。ガス改質装置220からの劣化した触媒 C_A' の触媒再生装置221への移送と、触媒再生装置221で加熱・再生された触媒

C_A のガス改質装置 220 への移送はとともにオーバーフローによる。

図 59 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは 2 塔循環方式で、ガス改質装置 210 は気流層、触媒再生装置 221 は濃厚流動層である。ガス改質装置 210 から飛び出した劣化した触媒（粒子） C_A' はサイクロン型集塵機 212 で製品ガス G_B と分離され、触媒再生装置 221 に供給され、触媒再生装置 221 からの加熱・再生された触媒 C_A はオーバーフローによりガス改質装置 210 に移送される。

図 60 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。図 59 の場合と同様であるが、図 59 と異なりガス改質装置 220 が濃厚流動層、触媒再生装置 211 は気流層である。触媒再生装置 211 から飛び出した加熱・再生された触媒 C_A はサイクロン型集塵機 213 で燃焼排ガス G_C と分離され、ガス改質装置 220 に移送され、ガス改質装置 220 からの劣化した触媒 C_A' はオーバーフローにより触媒再生装置 211 に移送される。

図 61 は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは固定層切換方式であり、230、231 はそれぞれ触媒層である。触媒は粒状、円筒状、ハニカム状等いずれの形状でもよく、一方の触媒層 230 をガス改質装置として生成ガス G_A を供給しているときは、他方の触媒層 231 を触媒再生装置として燃焼排ガス G_C を供給し、一定時間が経過し、触媒層 230 の触媒 C_A が失活したら、該触媒層 230 に燃焼排ガス G_C を供給して劣化した触媒 C_A' の再生を行うと共に、触媒層 231 に生成ガス G_A を供給し、生成ガス G_A の改質を行う。この生成ガス G_A と燃焼排ガス G_C の切り替えは、バルブ V1～V8 を切り替え操作で行う。

図 61 に示す触媒再生・ガス改質装置では、触媒の再生は間欠的となる。再生自体は間欠的でも問題はないが、熱のやり取りが必要になるた

め、触媒自体の熱容量が十分でない場合は、触媒層 230、231 は触媒層のみではなく、セラミックなどの蓄熱体を用いるか、図 62A 及び図 62B に示すように、触媒層 232、233 の 2 塔をそれぞれ生成ガス G_A と燃焼排ガス G_C の混合がないように、広い面積で接触させることにより、伝熱を行わせる必要がある。なお、図 62A は縦断面図、図 62B は A-A 断面図である。

図 63A 乃至図 63C は触媒再生・ガス改質装置の構成例を示す図である。これは回転固定層方式であり、円筒状のケーシング 234 内にはハニカム状に形成した触媒粒子の充填層（円筒）236 が回転軸 237 で回転自在に収納支持されている。ケーシング 234 の両端部には室 234a、234b が形成されており、該室 234a、234b は回転軸 237 を挟んで配置された 2 枚の仕切板 239、239 で上下に区分されている。触媒粒子の充填層 236 は駆動装置 235 により回転するようになっている。

室 234a の上方には生成ガス G_A が供給され、室 234a の下方には燃焼排ガス G_C が供給され、室 234b の上方から改質された製品ガス G_B が排出され、室 234b の下方から燃焼排ガス G_C が排出されるようになっている。また、仕切板 239 と仕切板 239 の間には窒素ガス (N_2) 等のページガス G_{PA} を流し生成ガス G_A と燃焼排ガス G_C が混合しないようにしている。触媒粒子充填層 236 の上半分は常にガス改質部となっており、下半分は触媒再生部となっている。触媒粒子充填層 236 の触媒は半連続的に再生される。この場合、触媒自体の熱容量が十分でない場合は、触媒粒子充填層 236 の一部に蓄熱体を設け、ガス改質部と触媒再生部の熱伝達を行う必要がある。なお、図 63A は縦断面図、図 63B は A-A 断面図、図 63C はページガス G_{PA} の流れ状態を説明するための図である。

図64はガス化装置のシステム構成例を示す図である。本ガス化装置は、熱分解キルン炉240、流動層チャー燃焼炉241を具備する。原料Aは移送機構242により微小な傾斜のついた回転式の熱分解キルン炉240内に移送され、熱分解され、タール分を含んだ生成ガスG_Aを発生させると同時に、不燃物I及びチャーC_xを生成する。熱分解キルン炉240内には、熱供給のため、また熱分解を促進させるために蒸気Uが投入される。

熱分解キルン炉240から排出された不燃物I及びチャーC_xは、ホッパー243に一旦貯留された後、ダブルダンパー245及び移送機構246を介して流動層チャー燃焼炉241に投入される。ここでホッパー243に一旦貯留するのは、チャーC_x及び不燃物Iをダブルダンパー245を介して流動層チャー燃焼炉241に断続的若しくは連続的に供給することにより、流動層チャー燃焼炉241からの燃焼ガスの漏れを防ぐためである。流動層チャー燃焼炉241は、砂を流動媒体とした、濃厚流動層であり、流動化ガスとしては、空気若しくは酸素又はそれに加えて蒸気を利用する。流動層の空気はチャーC_xの燃焼に必要な空気比の1.2～2程度となるように供給される。流動層チャー燃焼炉241において、チャーC_xは燃焼されると同時に、不燃物Iが流動層下部から輩出される。

該流動層チャー燃焼炉241でチャーC_xは燃焼し、燃え残ったチャーC_xと燃焼排ガスG_cはサイクロン型集塵機247に移送され燃焼排ガスG_cとチャーC_xに分離され、チャーC_xは流動層チャー燃焼炉241に戻され、燃焼排ガスG_c(900～1000°C)が熱交換器248に移送され、該熱交換器248内で生成ガスG_Aと燃焼排ガスG_cの間で熱交換が行われ、生成ガスG_Aは加熱され、ガス改質装置へ移送される。熱交換器248からの燃焼排ガスG_cは熱分解キルン炉240に供給さ

れる。なお、熱分解キルン炉 240 は二重構造となっており、内部は原料 A が流通し、その外側から燃焼排ガス G_c で加熱するようになっている。

図 65 はガス化装置のシステム構成例を示す図である。本ガス化装置は部分燃焼ガス化炉 250 を具備し、原料 A は移送機構により、該部分燃焼ガス化炉 250 に供給される。部分燃焼ガス化炉 250 は流動化ガスとしては原料 A に対して空気比で 0.2 ~ 0.5 程度の空気 L (若しくは酸素 O₂) で、それに蒸気 U を加えても良い。蒸気 U を用いることにより、原料 A のガス化を促進させることができる。投入した空気 (若しくは酸素 O₂) により原料 A の一部が燃焼することで流動層の層温を維持すると共に、原料 A の熱分解、ガス化に必要な熱量が賄われる。部分燃焼ガス化炉 250 は、砂を流動媒体とした濃厚流動層炉である。部分燃焼ガス化炉 250 の出口には図示しない除塵装置が設けられ、該除塵装置で生成ガス G_A 中のチャー C_x が捕捉されて部分燃焼ガス化炉 250 に戻される。

図 66 は 2 塔循環型触媒流動層ガス化炉を用いるガス化装置のシステム構成例を示す図である。2 塔循環型触媒流動層ガス化炉は、流動層ガス化炉 251 と流動層燃焼炉 252 の 2 つを主な機器として構成される。流動層ガス化炉 251 と流動層燃焼炉 252 の間に流動媒体 M_x を循環させる流動媒体循環手段を有している。この流動媒体 M_x はその少なくとも一部がアルミナやカルシウム化合物などの触媒粒子である。

流動層ガス化炉 251 には、原料 (RDF、廃プラスチック等の各種廃棄物、石炭、バイオマス等) A が供給され、蒸気等のガス化用ガス V により原料 A の熱分解ガス化、及び熱分解ガスの分解・改質が行われる。ここで流動媒体 M_x の少なくとも一部に触媒粒子を用いることで、従来問題となったタール等の高分子化合物を炉内温度を高くすることなく、

炉内で分解することが可能となる。流動層ガス化炉 251 内の触媒粒子は、タール等の高分子化合物を分解する際、その表面に炭素分が析出することがある。チャー C_x と触媒粒子を含む流動媒体 M_x の一部は流動層ガス化炉 251 から流動層燃焼炉 252 に供給される。

流動層ガス化炉 251 にて生成した生成ガス（熱分解ガス）は、流動媒体 M_x 中の触媒粒子の働きにより、分解・改質され、より低分子化され生成ガス G_A となる。この生成ガス G_A は、ガスタービン、ガスエンジン等の動力回収や発電、メタノール合成や DME 合成などの各種液体燃料合成プロセス、各種化学原料合成プロセス等に供給される。

流動層燃焼炉 252 には、空気等の酸化剤 W が供給され、流動媒体 M_x と共に流動層ガス化炉 251 から運ばれてきたチャー（主に未燃炭素） C_x を燃焼する。また、流動層ガス化炉 251 にて触媒粒子の表面に析出する炭素分も流動層燃焼炉 252 で燃焼されるため、触媒粒子は再生される。流動層燃焼炉 252 にて上記チャー C_x 等の可燃物の燃焼熱で高温化された再生触媒粒子を含む流動媒体 M_x は、流動層ガス化炉 251 に戻される。この高温化された流動媒体 M_x のもつ顯熱が、流動層ガス化炉 251 における熱分解ガス化の熱源として供給される。なお、流動層ガス化炉 251 からのチャー C_x 等の可燃物の燃焼だけでは、流動層ガス化炉 251 で必要とする熱を得られない場合は、流動層燃焼炉 252 に助燃料 X を供給して燃焼させる。流動層燃焼炉 252 から排出された燃焼排ガス G_c はその顯熱を回収し、有害物質を除去し、除塵された後大気に放出される。

流動層ガス化炉 251 から流出した生成ガス G_A は、まだ高分子化合物を多く含んでいる場合があるため、後段の用途によっては水素、一酸化炭素或いはメタンなどにまで低分子化されていることが望ましい場合がある。そのような場合には、流動層ガス化炉 251 の後段にクラッキ

ング装置 253 を設け、高分子化合物を低分子化して製品ガス（改質ガス）G_Bとする。このクラッキング装置 253 には流動層型が望ましい。

流動層ガス化炉 251 から流出した生成ガス G_A 中に含まれる塩素化合物や硫黄化合物等の有害物質を吸収除去するために、流動媒体 M_x の少なくとも一部にカルシウム化合物等の吸収触媒粒子を用いるとよい。

図 67 は、ガス化装置システムの構成例を示す図である。図示するように、本ガス化装置は濃厚流動層ガス化炉 261 と濃厚流動層燃焼炉 262 の 2 つの濃厚流動層炉を 2 本の流動媒体移送管 266、266 で互いにつないだ構成である。各炉の流動媒体 M_x はオーバーフローで流動層 261a、262a から流動媒体移送管 266、266 を通って、互いに他方の炉へ供給される。この流動媒体 M_x は、その少なくとも一部がアルミナやカルシウム化合物等の触媒粒子である。

濃厚流動層ガス化炉 261 には、原料 A が供給され、蒸気等のガス化剤（ガス化用ガス）V により原料 A の熱分解・ガス化、及び熱分解ガスの分解・改質が行われる。ここで流動媒体 M_x の少なくとも一部に触媒粒子を用いることで、従来問題となっていたタール等の高分子化合物を炉内温度を高くすることなく炉内で分解することが可能となる。濃厚流動層ガス化炉 261 内の触媒粒子は、タール等の高分子化合物を分解する際に、その表面に炭素分が析出することがある。ここで用いる触媒粒子は、CaO、FeSiO₂、MgSiO₂、Al₂O₃ 等であつてよい。

濃厚流動層ガス化炉 261 で生成されたチャー C_x は流動媒体 M_x と共に濃厚流動層ガス化炉 261 の流動層 261a からオーバーフローにより流動媒体移送管 266 に排出され、濃厚流動層燃焼炉 262 に流入する。濃厚流動層ガス化炉 261 において生成した生成ガスは、流動層 261a の上部から飛び出た流動媒体 M_x を回収するため炉出口 261b に設けたサイクロン型集塵機 263 を介して後段のプロセスへ供給さ

れる。サイクロン型集塵機 2 6 3 にて捕集された流動媒体 M_x は濃厚流動層ガス化炉 2 6 1 に戻される。

濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 では、空気等の酸化剤Wが供給され、濃厚流動層ガス化炉 2 6 1 から流動媒体移送管 2 6 6 を通って供給された媒体粒子 M_x 中のチャー C_x 等の可燃物の燃焼を行う。更に、濃厚流動層ガス化炉 2 6 1 での分解・改質反応において触媒粒子表面に析出した炭素等は、濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 において酸素を含む酸化剤Wによって燃焼され、その結果、触媒粒子は再生される。濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 にてチャー C_x 等の可燃物の燃焼熱で高温化された再生触媒粒子を含む流動媒体 M_x は、濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 の流動層 2 6 2 a からオーバーフローによって流動媒体移送管 2 6 6 に排出され、濃厚流動層ガス化炉 2 6 1 に戻される。この高温化された流動媒体 M_x のもつ顕熱が、濃厚流動層ガス化炉 2 6 1 における熱分解・ガス化の熱源として供給される。

濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 でのチャー C_x 等の可燃物の燃焼だけでは濃厚流動層ガス化炉 2 6 1 で必要とする熱を供給できない場合には、濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 に助燃料Xを供給し、その燃焼によって流動媒体 M_x の高温化を図ると良い。濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 からの燃焼排ガス G_c は、濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 の炉出口 2 6 2 b に設けたサイクロン型集塵機 2 6 4 にて飛散する流動媒体 M_x を捕集後、その顕熱を回収し、有害物質を除去し、除塵された後大気に放出される。なお、サイクロン型集塵機 2 6 4 にて捕集された流動媒体 M_x は濃厚流動層燃焼炉 2 6 2 に戻される。

サイクロン型集塵機 2 6 3 から流出した製品ガス G_B 中にはまだ高分子化合物が含まれている場合もあり、後段での用途によっては更に低分子化されていることが望ましい場合には、それらを分解・改質するため、製品ガス G_B はクラッキング装置 2 6 5 に供給される。このクラッキン

グ装置 265 は触媒を有しており、触媒の種類は、カルシウム系、アルミナ、鉄系、ニッケル系等何でも良い。また、触媒はハニカム等の成型体、粒子状のいずれでも良く、クラッキング装置 265 の形態は固定層、移動層、流動層等どのようなものでもよい。

クラッキング過程で触媒表面に析出する炭素分を燃焼・除去し、触媒を再生する必要があるが、クラッキング装置 265 を固定装置とする場合には、2つ以上の装置を並列に備えることで、改質反応用と触媒再生用にラインを切り替えて対応することができる。

また、好ましくは、クラッキング装置 265 に流動層を用いる。この場合には2つの流動層の間を触媒粒子が循環するように構成し、一方の流動層を改質反応用、他方の流動層を触媒再生用とすることが望ましい。改質反応用流動層には生成ガス G_A を供給し、触媒再生用流動層には燃焼用の空気等の酸素を含むガスを供給する。

クラッキング装置 265 を流動層型とする場合、図 68 に示すように内部循環型の流動層を用いることで、改質反応用流動層と触媒再生用流動層の間の触媒粒子循環を容易に行うことができる。内部循環型の流動層を用いたクラッキング装置 265 は、装置内に改質反応室 267 と触媒再生室 268 が仕切り壁 270 を隔てて存在しており、その仕切り壁 270 の流動層内には、両室をつなぐ開口部 270a がある。触媒粒子はその開口部 270a を通って改質反応室 267 と触媒再生室 268 を循環するため、クラッキング装置 265 内で製品ガス（改質ガス） G_B と触媒再生時に発生する燃焼排ガス G_C とを混合させることなく回収できる。

生成ガス G_A は、改質反応室 267 の底部から供給され、改質反応室 267において、触媒粒子を流動化すると共に含まれる高分子化合物が低分子化される。また、改質反応に必要な蒸気等の改質剤（改質用ガス）

G_R を生成ガス G_A と共に改質反応室267の底部から供給してもよい。低分子化された製品ガス G_B は、後段のプロセスに供給され、動力回収や発電、燃料合成、化学原料化等に利用される。触媒粒子は、改質反応においてその表面に炭素等が析出し、失活することがあるため、触媒粒子を再生するために触媒再生室268に送られる。

触媒再生室268には、底部から酸化剤Vが供給され、改質反応室267から供給された触媒粒子を流動化すると共に、その表面に析出した炭素等を燃焼・除去する。炭素等の燃焼により触媒粒子は高温化される。高温化した再生触媒粒子は改質反応室267に戻される。この触媒粒子の循環によって、改質反応に必要な熱を改質反応室267に供給することができる。触媒再生室268で発生する燃焼排ガス G_C は、製品ガス G_B と混ざることなく減温、集塵、有害物質除去されてから系外に排出される。

触媒再生室268には層内伝熱管271を設けて熱回収を行い、流動層の温度制御を行ってもよい。この温度制御によって、改質反応に最適な流動層温度にすることができる。更に触媒粒子の表面に析出した炭素等の燃焼をさせる触媒再生室268と、熱回収を行う熱回収室269を流動層内に仕切り壁272を隔てて別に設け、両室の間で触媒粒子を循環させてもよい。この場合、熱回収室269の底部から流動化ガスNを供給する。この流動化ガスNの供給量により、熱回収量を制御することができる。このようにすることで、酸化剤Vの供給量や流動層の層高を変えることなく容易に触媒再生室268の層温を制御することができる。

クラッキング装置265において分解・改質された製品ガス G_B は、ガスタービン、ガスエンジン等の動力回収や発電、メタノール合成やDME合成などの各種液体燃料合成プロセス、各種化学原料合成プロセス等に供給される。

ガス化炉から流出した生成ガス G_A 中に含まれる塩素化合物や硫黄化合物等の有害物質を吸収除去するために、カルシウム化合物等の吸収触媒粒子を流動媒体 M_x の少なくとも一部に用いるようにしても良い。

図69は、本発明に係るガス化装置の他の構成例を示す図である。図示するように、本ガス化装置は高速流動層ガス化炉281と高速流動層燃焼炉282の2つの高速流動層炉を具備する構成である。2つの高速流動層炉の炉出口281b、282bにはサイクロン型集塵機283、284が設けられ、各流動層から飛び出した流動媒体（粒子）はサイクロン型集塵機283、284にて分離・回収されて他方の高速流動層炉に供給されるようになっている。流動媒体 M_x は、その少なくとも一部がアルミナやカルシウム化合物などの触媒粒子である。

高速流動層ガス化炉281には、原料Aが供給され、蒸気等のガス化剤Vにより原料Aの熱分解・ガス化、及び熱分解ガスの分解・改質が行われる。流動媒体 M_x の少なくとも一部に触媒粒子を用いることで、従来問題となっていたタール等の高分子化合物を炉内温度を高くすることなく炉内で分解することが可能となる。高速流動層ガス化炉281内の触媒粒子は、タール等の高分子化合物を分解する際に、その表面に炭素等が析出することがある。ここで用いる流動媒体の触媒粒子は、 CaO 、 FeSiO_3 、 MgSiO_3 、 Al_2O_3 等であって良い。

高速流動層ガス化炉281で生成されたチャー C_x （主に未燃炭素）及び流動媒体 M_x は生成ガス G_A に同伴して該高速流動層ガス化炉281から出し、サイクロン型集塵機283で分離・回収され、高速流動層燃焼炉282に供給される。高速流動層ガス化炉281において生成し、サイクロン型集塵機283にてチャー C_x 及び流動媒体 M_x と分離された生成ガス G_A は、後段のプロセスに供給される。

高速流動層燃焼炉282では、空気等の酸化剤Wが供給され、高速流

動層ガス化炉 281 から供給された流動媒体 M_x 中のチャー等の可燃物の燃焼が行われる。更に、高速流動層ガス化炉 281 での分解・改質反応において流動媒体 M_x 中の触媒粒子表面に析出した炭素等は、高速流動層燃焼炉 282 において酸素を含むガスによって燃焼され除去され、その結果、触媒粒子は再生される。高速流動層燃焼炉 282 にて炭素等の燃焼熱で高温化された再生触媒粒子を含む流動媒体 M_x は、燃焼排ガス G_c に同伴して炉出口 282b から流出し、サイクロン型集塵機 284 で分離・回収され、高速流動層ガス化炉 281 に戻される。

この高温化された流動媒体 M_x のもつ顕熱が、高速流動層ガス化炉 281 における熱分解・ガス化の熱源として供給される。高速流動層燃焼炉 282 でのチャー等の可燃物の燃焼だけでは高速流動層ガス化炉 281 で必要な熱を供給できない場合には、高速流動層燃焼炉 282 に助燃料 X を供給し、その燃焼によって流動媒体 M_x の高温化を図ると良い。高速流動層燃焼炉 282 からの燃焼排ガス G_c は、炉出口 282b に設けたサイクロン型集塵機 284 にてチャー及び流動媒体 M_x と分離され、その顕熱を回収し、有害物質を除去し、除塵された後大気に放出される。

上記サイクロン型集塵機 283 から流出した生成ガス G_A 中には、まだ高分子化合物が含まれている場合もあり、後段の用途によって更に低分子化されていることが望ましい場合には、それらを分解・改質するために、生成ガス G_A はクラッキング装置 285 に供給される。このクラッキング装置 285 は触媒を有しており、触媒の種類は、カルシウム系、アルミナ、鉄系、ニッケル系等何でも良い。また、触媒はハニカム等の成型体、粒子状のいずれでも良く、クラッキング装置 285 の形態は固定層、移動層、流動層等どのようなものでも良い。

クラッキング装置 285 におけるクラッキング過程で触媒表面に析出した炭素を燃焼・除去し、触媒を再生する必要がある。クラッキング装

置 285 を固定層装置とした場合には、2つ以上の装置を並列に設けることで、改質反応用と触媒再生用にラインを切り替えて対応することができる。また、好ましくは、クラッキング装置 285 に流動層を用いる。この場合には、2つの流動層の間を触媒粒子が循環するように構成し、一方の流動層を改質反応用、他方の流動層を触媒再生用とすることが望ましい。改質反応流動層には生成ガス G_A を供給し、触媒再生流動層には燃焼用の空気などの酸素を含むガスを供給する。

クラッキング装置 285 を流動層型とする場合は、図 68 に示すクラッキング装置と同様な構成及び方法とする。クラッキング装置 285 で分解・改質された製品ガス（改質ガス） G_B は、ガスタービン、ガスエンジン等の動力回収や発電、メタノール合成や DME 合成などの各種液体燃料合成プロセス、各種化学原料合成プロセス等に供給される。

高速流動層ガス化炉 281 から流出し、サイクロン型集塵機 283 にて流動媒体 M_x と分離された生成ガス G_A 中に含まれる塩素化合物や硫黄化合物等の有害物質を吸収除去するために、カルシウム化合物等の吸収触媒粒子を流動媒体 M_x の少なくとも一部として用いるようにしても良い。

図 70 は、ガス化装置のシステム構成例を示す図である。図示するように、本ガス化装置は濃厚流動層ガス化炉 291 と濃厚流動層燃焼炉 292 の2つの濃厚流動層炉を具備する構成である。濃厚流動層ガス化炉 291 から濃厚流動層燃焼炉 292 への流動媒体 M_x の移動は流動媒体移送管 293 によるオーバーフロー形式であるが、濃厚流動層燃焼炉 292 から濃厚流動層ガス化炉 291 への流動媒体 M_x の移送は気流搬送管 294 による気流搬送方式とするものである。流動媒体 M_x は、その少なくとも一部はアルミナやカルシウム化合物などの触媒粒子である。

濃厚流動層ガス化炉 291 には、原料 A が供給され、蒸気等のガス化

剤Vにより原料Aの熱分解・ガス化、及び熱分解ガスの分解・改質が行われる。流動媒体M_xの少なくとも一部に触媒粒子を用いることで、従来問題となっていたタール等の高分子化合物を炉内温度を高くすることなく炉内で分解することが可能となる。濃厚流動層ガス化炉291内の触媒粒子は、タール等の高分子化合物を分解する際に、その表面に炭素が析出することがある。ここで用いる触媒粒子は、CaO、FeSiO₂、Al₂O₃等であって良い。濃厚流動層ガス化炉291で生成されたチャーは流動媒体M_xと共に該濃厚流動層ガス化炉291の流動層からオーバーフローにより流動媒体移送管293に排出され、濃厚流動層燃焼炉292に流入する。濃厚流動層ガス化炉291において生成した生成ガスG_Aは、後段のプロセスに供給される。

濃厚流動層燃焼炉292では、空気等の酸化剤Wが供給され、濃厚流動層ガス化炉291から供給された流動媒体M_x中のチャー等の可燃物の燃焼を行う。更に、濃厚流動層ガス化炉291での分解・改質反応において触媒粒子表面に析出した炭素等は、濃厚流動層燃焼炉292において酸素を含むガスによって燃焼され除去され、その結果、触媒粒子は再生される。濃厚流動層燃焼炉292にてチャー等の可燃物の燃焼熱で高温化された再生触媒を含む流動媒体M_xは気流搬送管294によって濃厚流動層ガス化炉291に戻される。

この高温化された流動媒体のもつ顕熱が、濃厚流動層ガス化炉291における熱分解・ガス化の熱源として供給される。濃厚流動層燃焼炉292でのチャー等の可燃物の燃焼だけでは濃厚流動層ガス化炉291で必要な熱を供給できない場合には、濃厚流動層燃焼炉292に助燃料Xを供給し、その燃焼によって流動媒体M_xの高温化を図ると良い。濃厚流動層燃焼炉292からの燃焼排ガスG_cは、その顕熱を回収し、有害物質を除去し、除塵された後大気に放出される。

濃厚流動層ガス化炉 291 から流出した生成ガス G_A 中にはまだ高分子化合物が含まれている場合もあり、後段での用途によって更に低分子化されていることが望ましい場合には、それらを分解・改質するために、生成ガス G_A はクラッキング装置 295 に供給される。このクラッキング装置 295 は触媒を有しており、触媒の種類は、カルシウム系、アルミナ、鉄系、ニッケル系等何でも良い。また、触媒はハニカム等の成型体、粒子状のいずれでも良く、クラッキング装置 295 の形態は固定層、移動層、流動層等のどのようなものでも良い。

クラッキング過程で触媒表面に析出する炭素を燃焼・除去し、触媒を再生する必要があるが、クラッキング装置 295 を固定層装置とした場合には、2つ以上の装置を並列に設け、改質反応用と触媒再生用にラインを切り替えて対応することができる。また、好ましくは、クラッキング装置 295 に流動層を用い、この場合には2つの流動層の間を触媒粒子が循環するように構成し、一方の流動層を改質反応用、他方の流動層を触媒再生用とすることが望ましい。改質反応用流動層には生成ガス G_A を供給し、触媒再生用流動層には燃焼用の空気等の酸素を含むガスを供給する。

クラッキング装置 295 を流動層型とする場合は、図 68 に示すクラッキング装置と同様な構成及び方法とする。クラッキング装置 295 において分解・改質された製品ガス（改質ガス） G_B は、ガスタービン、ガスエンジンなどの動力回収や発電、メタノール合成や DME 等の各種液体燃料合成プロセス、各種化学原料合成プロセス等に供給される。

濃厚流動層ガス化炉 291 から流出した生成ガス G_A 中に含まれる塩素化合物や硫黄化合物等の有害物質を吸収除去するために、カルシウム化合物等の吸収触媒粒子や流動媒体の少なくとも一部に用いるようにしてもよい。

なお、上記に濃厚流動層、高速流動層、気流層という語句を使用したが、これらは、いずれも粒子を気体を用いて浮遊させる（装置の下部から気体を供給してもその力で粒子を浮かせる）方法の呼称であり、3つの違いは供給する気体量の違いによる。供給気体量は、濃厚流動層（約 2 m/s 程度）<高速流動層（ $3\sim16\text{ m/s}$ 程度）<気流層（ $15\sim20\text{ m/s}$ 程度）の順で大きくなる。下記のように定義されている。

濃厚流動層は、粒子のほとんどが上方に飛び出すことがなく装置（流動層炉等）内に留まっているようなものであり、層内の空隙率は $0.6\sim0.8$ （体積分率）である。層内には明確な界面を有する気泡が存在することが多い。

高速流動層は、濃厚流動層よりも多くのガスを供給することで粒子を飛び出させるようなものであり、層内の空隙率は $0.8\sim0.98$ （体積分率）である。飛び出した粒子を装置上部で捕集、層内に戻す（リサイクル）機構を有する場合が多い。

気流層は、高速流動層よりも多くのガスを供給することで粒子を気流にのせて搬送する状態のものであり、層内の空隙率は 0.99 以上（体積分率）である。

以上、説明したように各請求項に記載の発明によれば、下記のような優れた効果が得られる。

請求項1及び2に記載の発明によれば、触媒再生装置の触媒再生熱又はガス改質装置でのガス改質反応に必要な熱源に、当該可燃ガス改質プロセスの廃熱を利用するか又は可燃ガス改質プロセスの廃熱を利用する構成の触媒再生装置を用いるので、原料をガス化する過程で発生する排ガスの顯熱などの価値の低い熱源を、触媒の再生熱源、又はガス改質の熱源として用いることができ、外部エネルギーや、生成ガスの燃焼熱を軽減又は無くすことができる為に、生成ガスの収率を向上させることができ

可能になる。結果として全体としての効率を向上させることができる。

請求項 3 及び 4 に記載の発明によれば、ガス化装置で可燃物のガス化に伴って発生するチャーをチャー燃焼装置で燃焼し、その燃焼熱を触媒再生熱又はガス改質装置でのガス改質反応に必要な熱源に利用することにより、外部エネルギーや、生成ガスの燃焼熱を軽減又は無くすことができる為に、生成ガスの収率を向上させることが可能になる。結果として全体としての効率を向上させることができる。

請求項 5 に記載の発明によれば、流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成された炉統合型したことにより、請求項 4 の発明の効果に加え、ガス化装置内に原料 A のガス化の機能とチャー燃焼の機能を持つことになり、同じ装置内で発生したチャーを燃焼させてしまうため、チャーの搬送に関わるトラブルを避けることができる。また、流動層において原料のガス化及びチャーの燃焼を行う為、熱の拡散性に優れ安定した運転が可能になる。

請求項 6 に記載の発明によれば、ガス化装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を具備するガス化装置とし、ガス化装置で可燃物をガス化して生成ガスを製造すると同時にこの生成ガスと流動媒体である触媒粒子との接触により、該生成ガスの改質（タール分解）を行うので、生成ガスの改質が効率よく行われる。また、請求項 3、4 の効果に加え、原料のガス化とガスの改質、チャー燃焼と触媒の再生をそれぞれ一つの装置で行うことができる、触媒再生装置を省略でき、装置のイニシャルコストが低減できる。

請求項 7 に記載の発明によれば、ガス化装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、ガス化室で生成ガスを製造すると同時に触媒粒子により該生成ガスを改質し、更に劣化した触媒粒子をチャーを燃焼する燃焼室に送り加熱

再生するから、請求項 6 の発明の効果に加え、ガス化室からの燃焼室へのチャーを含む粒子のハンドリングの問題が解決でき、熱効率も良くなる。

請求項 8 に記載の発明によれば、除塵機能とガス改質機能とを具備する除塵・触媒装置で、ガス化装置からの生成ガスの触媒による改質（タール分解）の前に除塵を行うので、触媒の劣化やダストとの混合、分離を省くことができるばかりか、触媒装置の形状として、固定床のようなダスト存在下では閉塞の可能性があり使用できない形式の反応器の選択が可能になる。また、低温でタールを分解する触媒の劣化や汚染を防ぐのに好適となる。

請求項 9 に記載の発明によれば、触媒再生装置で生成ガスの改質に伴い劣化した触媒をチャー燃焼装置からの燃焼排ガスの熱により加熱再生するので、請求項 8 の発明の効果に加え、外部エネルギーを使用したり生成ガスを一部燃焼させなくても高温度のチャー燃焼熱で効率のよい触媒の再生又は、加熱が可能となり、生成ガスの収率を向上させることが可能になる。即ち、全体としてのエネルギー消費量が少なくなり、ランニングコストが小さく、LCA による評価も高くなる。

請求項 10 に記載の発明によれば、ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、触媒再生装置で生成ガスの改質に伴い劣化した触媒を燃焼室からの燃焼排ガスで加熱再生するので、請求項 9 の発明の効果に加え、ガス化室からの燃焼室へのチャーを含む粒子のハンドリングの問題が解決され、放熱による熱ロスも減少し、熱効率が向上する。

請求項 11 に記載の発明によれば、ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室と除塵・触媒室から構成されるので、請求項 10 の発明の効果に加え、除塵・触媒室からの燃焼室へのチャーを含む粒子のハ

ドリングの問題が解決され、熱効率も良くなる。また、除塵・触媒室をガス化装置と一体に構成することにより、装置のイニシャルコストが低減できる。

請求項12に記載の発明によれば、除塵・触媒室で生成ガス改質に伴い劣化した触媒を燃焼室に送り、該燃焼室で加熱再生し、該除塵・触媒室に戻すので、請求項11の発明の効果に加え、更に再生触媒装置を省略することができ、熱効率の向上及び、装置のイニシャルコストの低減が可能になる。

請求項13に記載の発明によれば、ガス改質装置と触媒再生装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を有するガス改質室と触媒再生室とを具備する流動層触媒装置で構成されるので、触媒粒子の流動により効率良く生成ガスの改質ができると共に、ガス改質により劣化した触媒粒子の効率よい加熱再生ができ、放熱による熱ロスも減少し、熱効率が向上する。また、装置のイニシャルコストが低減できる。即ち、全体としてのエネルギー消費量が少くなり、ランニングコストが小さく、LCAによる評価も高くなる。

請求項14に記載の発明によれば、ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成されるから、請求項13の発明の効果に加え、ガス化室から燃焼室へのチャーを含む粒子のハンドリングの問題が解決され、熱効率も良くなる。

請求項15に記載の発明によれば、ガス化室、燃焼室、ガス改質室及び触媒再生室を1つの炉に統合した構成とするので、請求項14の効果に加え熱効率が更に改善される。また、装置のイニシャルコストも更に低減できる。

請求項16、17に記載の発明によれば、触媒の再生用ガスとして酸素、水蒸気、水素のいずれか若しくは複数のガスを供給し、触媒再生時

に発生する反応熱をプロセス廃熱と共に触媒粒子の加熱又は再生に利用することにより、生成ガスの一部の燃焼による熱、又は触媒再生時に発生する反応熱を利用するプロセス廃熱で不足する熱量を反応熱で補うことができるので、更に、生成ガスの収率を向上させることができる。

請求項 1 8 に記載の発明によれば、ガス化装置に塩素化合物若しくは硫黄化合物を吸収する吸収剤を投入することにより硫黄化合物若しくは塩素化合物の濃度を低減することが可能となる。

産業上の利用の可能性

本発明は、石炭、バイオマス、一般廃棄物、産業廃棄物、R D F (r e f u s e d e r i v e d f u e l)、廃プラスチック等の可燃性原料をガス化装置でガス化し、発生した可燃性ガスを改質する可燃ガス改質方法および可燃ガス改質装置に利用可能である。

請求の範囲

1. 可燃物をガス化装置でガス化し、該ガス化によって得られる生成ガスを触媒を用いるガス改質装置で改質し製品ガスを得ると共に、該ガス改質装置で劣化した触媒を触媒再生装置で再生する可燃ガス改質方法において、

前記触媒再生装置の触媒再生及び／又は加熱用熱源として当該可燃ガス改質プロセスの廃熱を利用することを特徴とする可燃ガス改質方法。

2. 可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、

前記触媒再生装置は、触媒を再生する触媒再生及び／又は加熱用熱源として可燃ガス改質プロセスの廃熱を利用する構成の触媒再生装置であること特徴とする可燃ガス改質装置。

3. 可燃物をガス化装置でガス化し、該ガス化によって得られる生成ガスを触媒を用いるガス改質装置で改質し製品ガスを得ると共に、該ガス改質装置で劣化した触媒を触媒再生装置で再生する可燃ガス改質方法において、

前記触媒再生装置の触媒再生及び／又は加熱用熱源として前記ガス化装置で可燃物のガス化に伴って発生するチャー（未燃炭素分）をチャー燃焼装置で燃焼し、その燃焼熱を利用することを特徴とする可燃ガス改質方法。

4. 可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、

前記ガス化装置で可燃物のガス化に伴い発生するチャー(未燃炭素分)を燃焼させるチャー燃焼装置を設け、前記触媒再生装置は該チャー燃焼装置で発生したチャー燃焼熱を利用して触媒の加熱、再生を行うことを特徴とする可燃ガス改質装置。

5. 可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、

前記ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー(未燃炭素分)を燃焼させるようになっており、

前記ガス化室で製造された生成ガスを前記ガス改質装置に送り改質し、前記燃焼室からの燃焼排ガスを前記触媒再生装置に送り該燃焼排ガスの熱により前記触媒を加熱、再生するようにしたことを特徴とする可燃ガス改質装置。

6. 可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置

において、

前記ガス化装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を具備するガス化装置と共に、該ガス化装置で前記可燃物をガス化する際に発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるチャー燃焼装置を設け、

前記ガス化装置で前記可燃物をガス化して生成ガスを製造すると同時に前記触媒粒子により該生成ガスを改質し、該生成ガスの改質に伴い劣化した触媒粒子を前記チャー燃焼装置に送り加熱、再生し、該再生した触媒粒子を前記ガス化装置に戻すことを特徴とする可燃ガス改質装置。

7. 可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、

前記ガス化装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒粒子を用いる流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、

前記ガス化室で前記可燃物をガス化して生成ガスを製造すると同時に前記触媒粒子により該生成ガスを改質し、該生成ガスの改質にともない劣化した触媒粒子を前記燃焼室に送り加熱再生し、該再生した触媒粒子を前記ガス化室に戻すことを特徴とする可燃ガス改質装置。

8. 可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置とを具備する可燃ガス改質装置において、

前記ガス改質装置は前記生成ガスに含まれるダストを除去する除塵機能と前記触媒によりガス改質機能とを具備する除塵・触媒装置であることを特徴とする可燃ガス改質装置。

9. 請求項 8 に記載の可燃ガス改質装置において、

チャ一燃焼装置と、触媒再生装置を設け、

前記触媒再生装置に前記除塵・触媒装置で前記生成ガスの改質に伴い劣化した触媒を送ると共に、前記ガス化装置で前記可燃物をガス化して生成ガスを製造する際に発生するチャ一（未燃炭素分）を前記チャ一燃焼装置に送り燃焼させ、その燃焼排ガスを該触媒再生装置に送り、該触媒を加熱、再生することを特徴とする可燃ガス改質装置。

10. 請求項 8 に記載の可燃ガス改質装置において、

前記ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャ一（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、更に触媒再生装置を設け、

前記触媒再生装置に前記除塵・触媒装置で前記生成ガスの改質に伴い劣化した触媒を送ると共に、前記燃焼室からの燃焼排ガスを該触媒再生装置に送り、該触媒を加熱、再生することを特徴とする可燃ガス改質装置。

11. 請求項 8 に記載の可燃ガス改質装置において、

前記ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室と除塵・触媒室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャ一（未燃炭素分）を燃

焼させるようになっており、該除塵・触媒室は前記ガス化室からの生成ガスを改質するようになっており、更に触媒再生装置を設け、

前記除塵・触媒室で生成ガスの改質に伴い劣化した触媒を前記触媒再生装置に送ると共に、前記燃焼室からの燃焼排ガスを該触媒再生装置に送り、該触媒を加熱、再生し、該加熱、再生した触媒を前記除塵・触媒室に戻すことを特徴とする可燃ガス改質装置。

12. 請求項8に記載の可燃ガス改質装置において、

前記ガス化装置は流動層炉を具備するガス化室と燃焼室と除塵・触媒室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、該除塵・触媒室は前記ガス化室からの生成ガスを改質するようになっており、

前記除塵・触媒室で生成ガス改質に伴い劣化した触媒を前記燃焼室に送り、該燃焼室で加熱、再生し、該除塵・触媒室に戻すことを特徴とする可燃ガス改質装置。

13. 可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、

前記ガス改質装置と触媒再生装置で構成された触媒装置と、更に前記ガス化装置で可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるチャー燃焼装置を設け、

前記触媒装置は触媒粒子を用いて生成ガスを改質するガス改質室と該触媒を再生する触媒再生室とを一体にした構成であり、該触媒再生室は

該ガス改質室でガス改質により劣化した触媒を加熱、再生し、該再生した触媒を該ガス改質室に戻すようになっており、

前記ガス化装置からの生成ガスを前記ガス改質室に送り改質して製品ガスを得ると共に、前記チャー燃焼装置からの燃焼排ガスを前記触媒再生室に送り該燃焼排ガスの熱により前記触媒を加熱、再生するようにしたことを特徴とする可燃ガス改質装置。

14. 請求項13に記載の可燃ガス改質装置において、

前記ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、

前記ガス化室で製造された生成ガスを前記ガス改質室に送り改質し、前記燃焼室からの燃焼排ガスを前記触媒再生室に送り該燃焼排ガスの熱により前記触媒を加熱、再生するようにしたことを特徴とする可燃ガス改質装置。

15. 可燃物をガス化するガス化装置と、該ガス化装置で得られた生成ガスを触媒を用いて改質し製品ガスを得るガス改質装置と、該ガス改質装置で劣化した触媒を再生する触媒再生装置を具備する可燃ガス改質装置において、

前記ガス化装置は流動層を具備するガス化室と燃焼室から構成され、該ガス化室は前記可燃物をガス化して生成ガスを製造し、該燃焼室は該可燃物のガス化に伴い発生するチャー（未燃炭素分）を燃焼させるようになっており、

前記ガス改質装置と触媒再生装置は流動媒体の少なくとも一部に触媒

粒子を用いる流動層を有するガス改質室と触媒再生室とを具備し、該触媒再生室は該ガス改質室でガス改質により劣化した触媒を加熱、再生し、該再生した触媒を該ガス改質室に戻すようになっており、

前記ガス化室、燃焼室、ガス改質室及び触媒再生室は1つの炉に統合された構成であり、前記ガス化装置からの生成ガスを前記ガス改質室に送り改質して製品ガスを得ると共に、前記燃焼室からの燃焼排ガスを前記触媒再生室に送り該燃焼排ガスの熱により前記触媒を加熱、再生するようにしたことを特徴とする可燃ガス改質装置。

16. 請求項1又は3に記載の可燃ガス改質方法において、

前記触媒再生装置に再生用ガスとして、酸素、水蒸気、水素のいずれか若しくは複数を含むガスを供給し、触媒再生時に発生する反応熱をプロセス廃熱と共に触媒粒子の加熱、再生に利用することを特徴とする可燃ガス改質方法。

17. 請求項2、4、5乃至15のいずれか1項に記載の可燃ガス改質装置において、

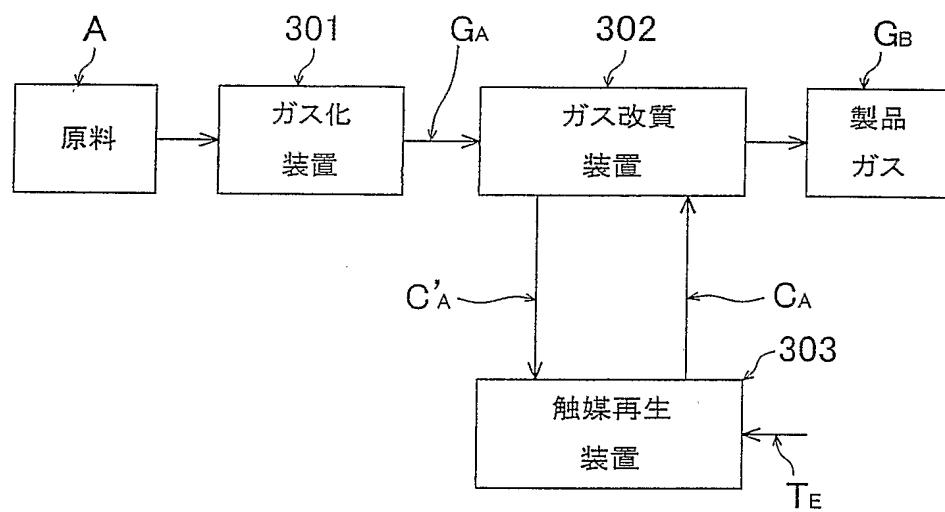
前記触媒再生装置に再生用ガスとして、酸素、水蒸気、水素のいずれか若しくは複数を含むガスを供給し、触媒再生時に発生する反応熱をプロセス廃熱と共に触媒粒子の加熱、再生に利用することを特徴とする可燃ガス再生装置。

18. 請求項2、4、5乃至17のいずれか1項に記載の可燃ガス改質装置において、

原料をガス化する際に、ガス化装置に塩素化合物若しくは硫黄化合物を吸収する吸収剤を投入することを特徴とするガス化装置。

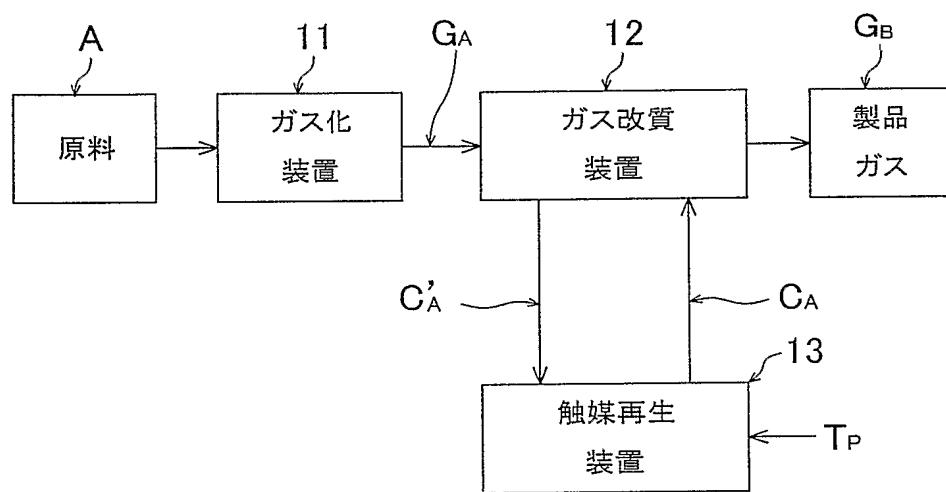
1/70

FIG. 1



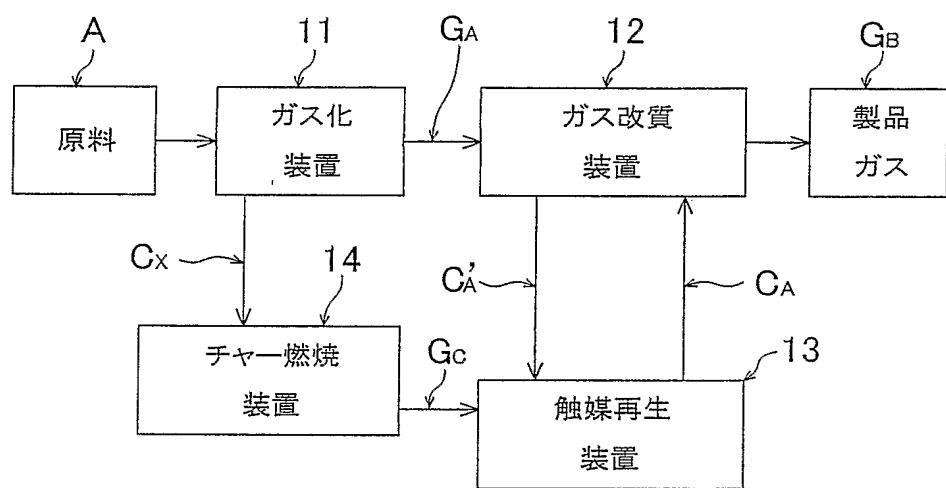
270

FIG. 2



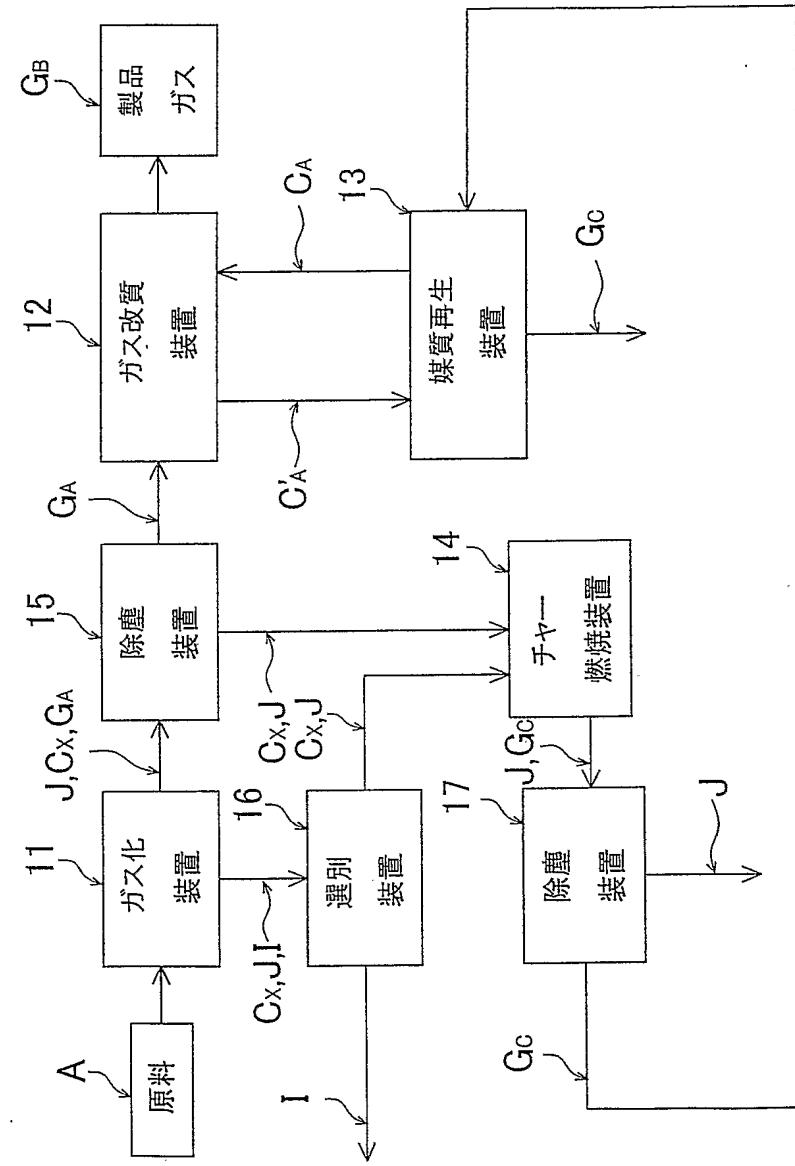
3/70

FIG. 3



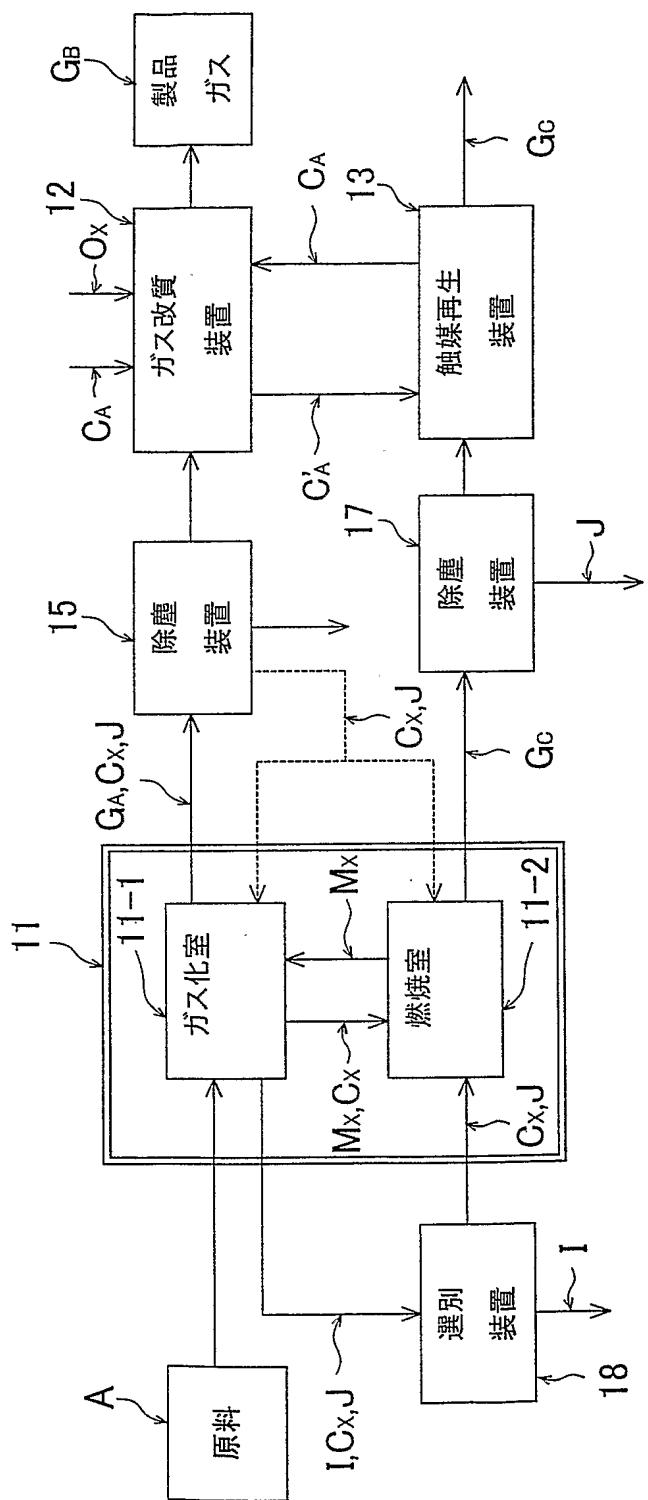
4 / 70

FIG. 4

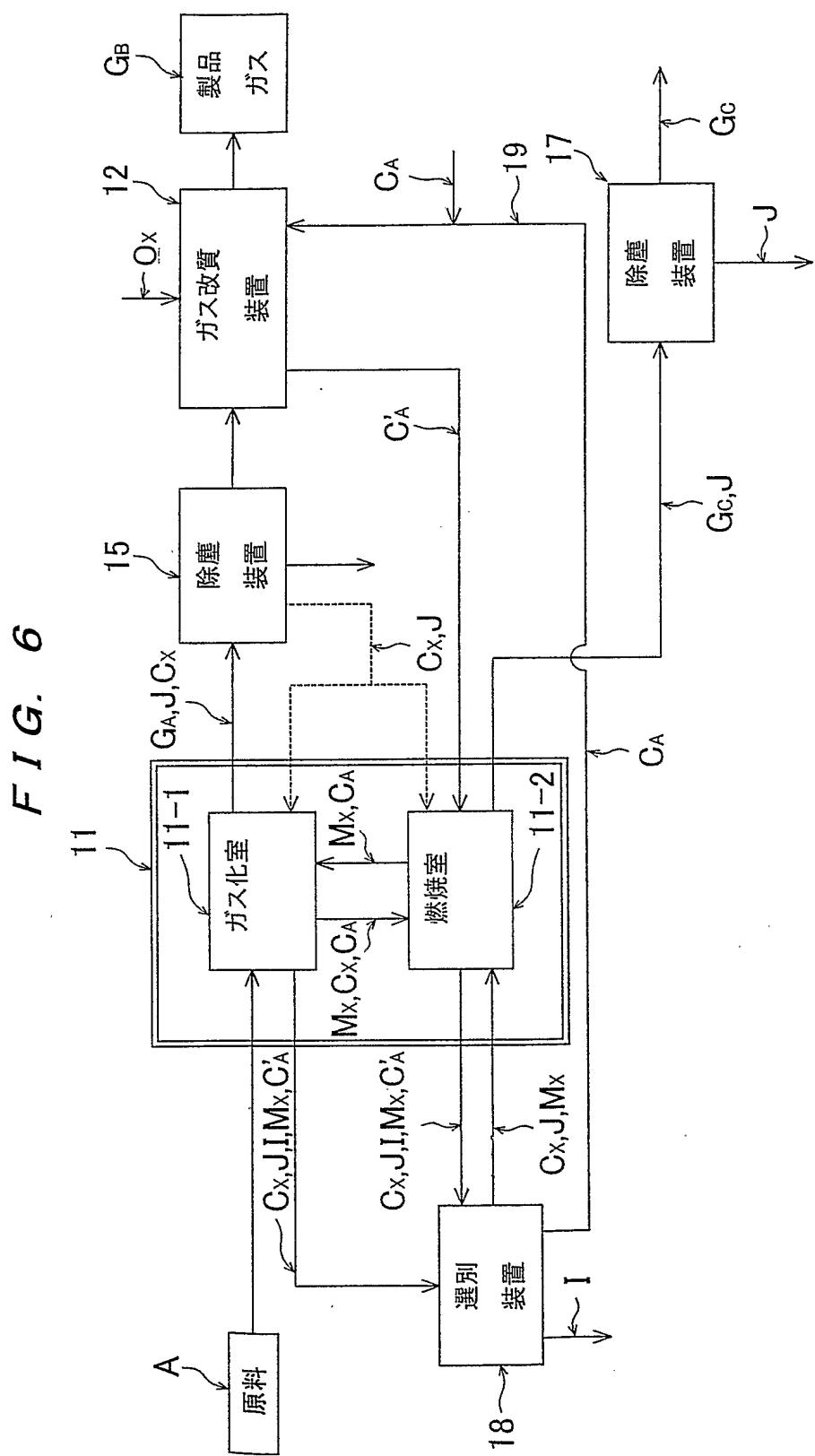


5/70

FIG. 5

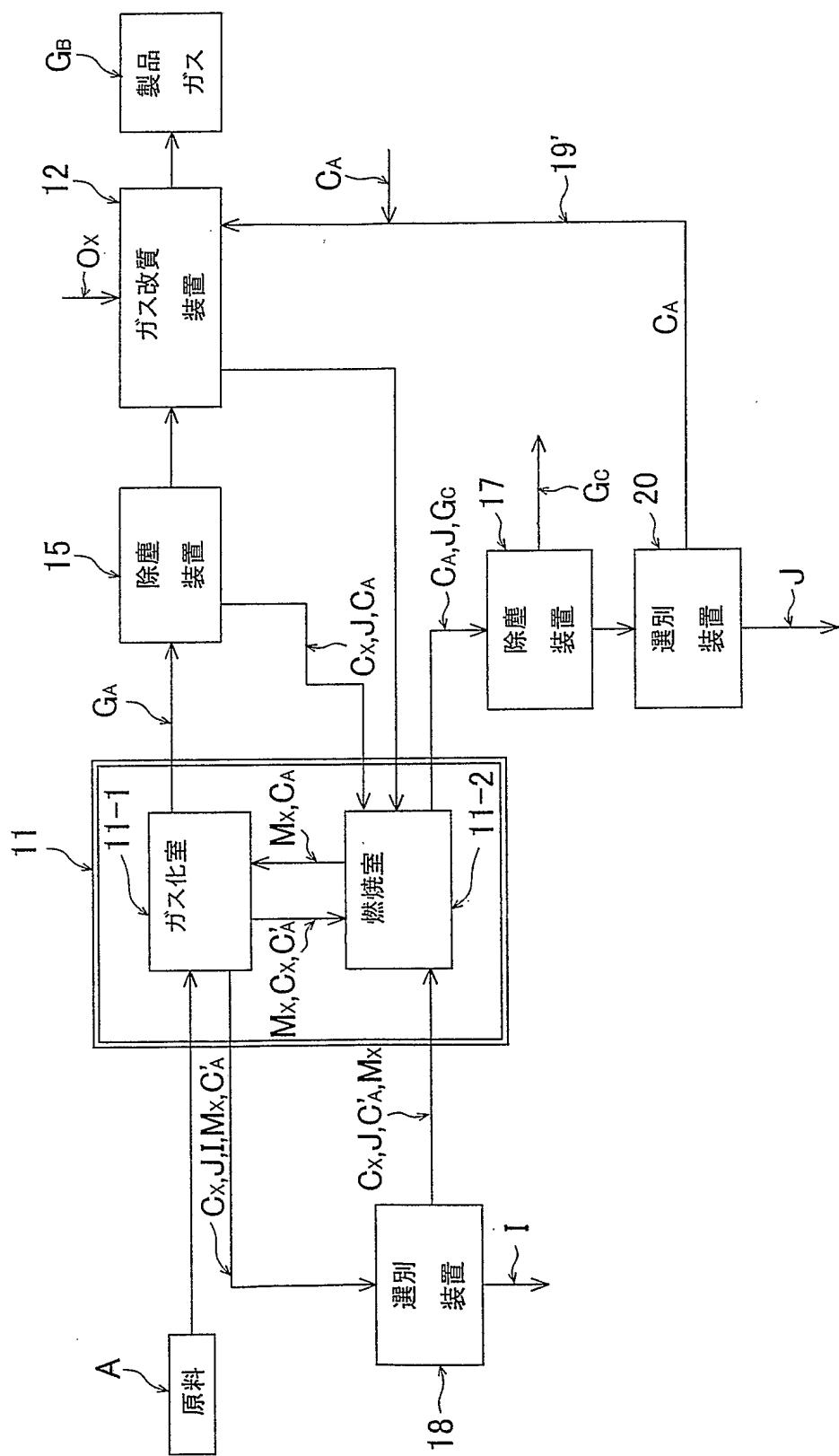


6/70



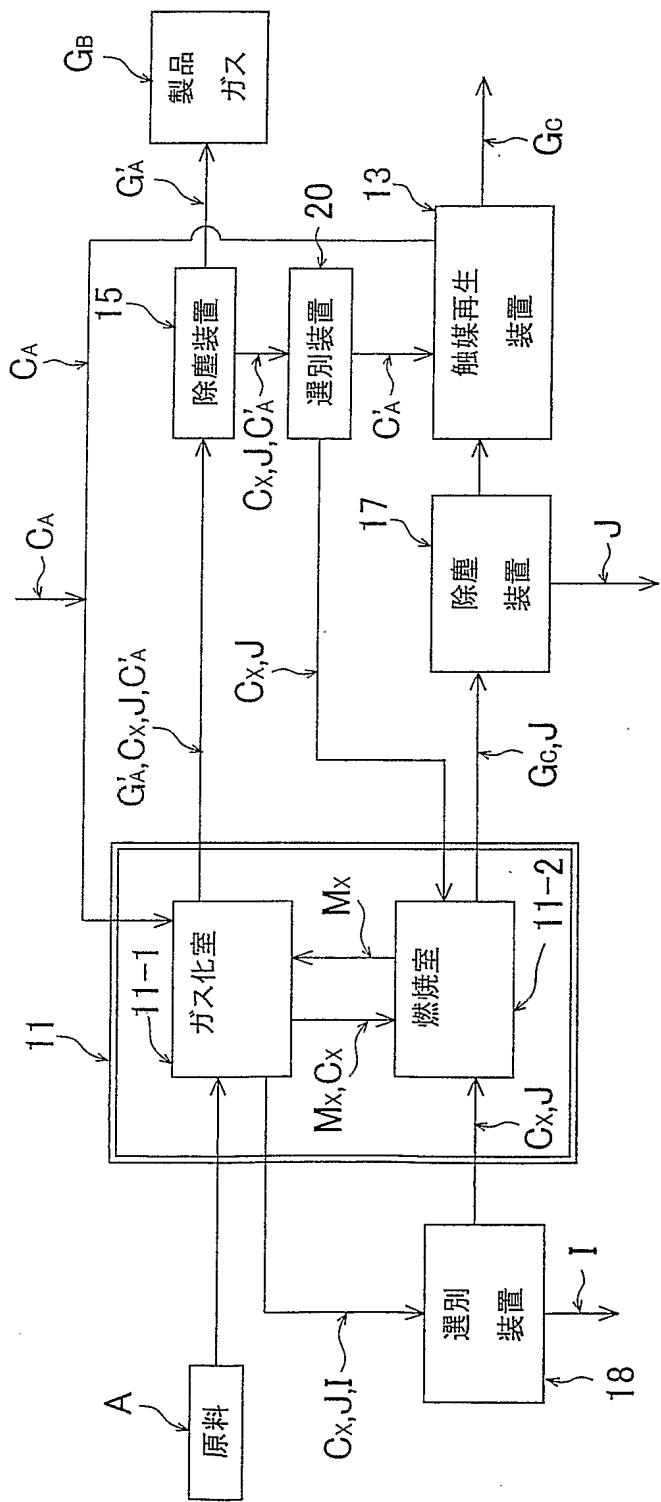
7/70

FIG. 7



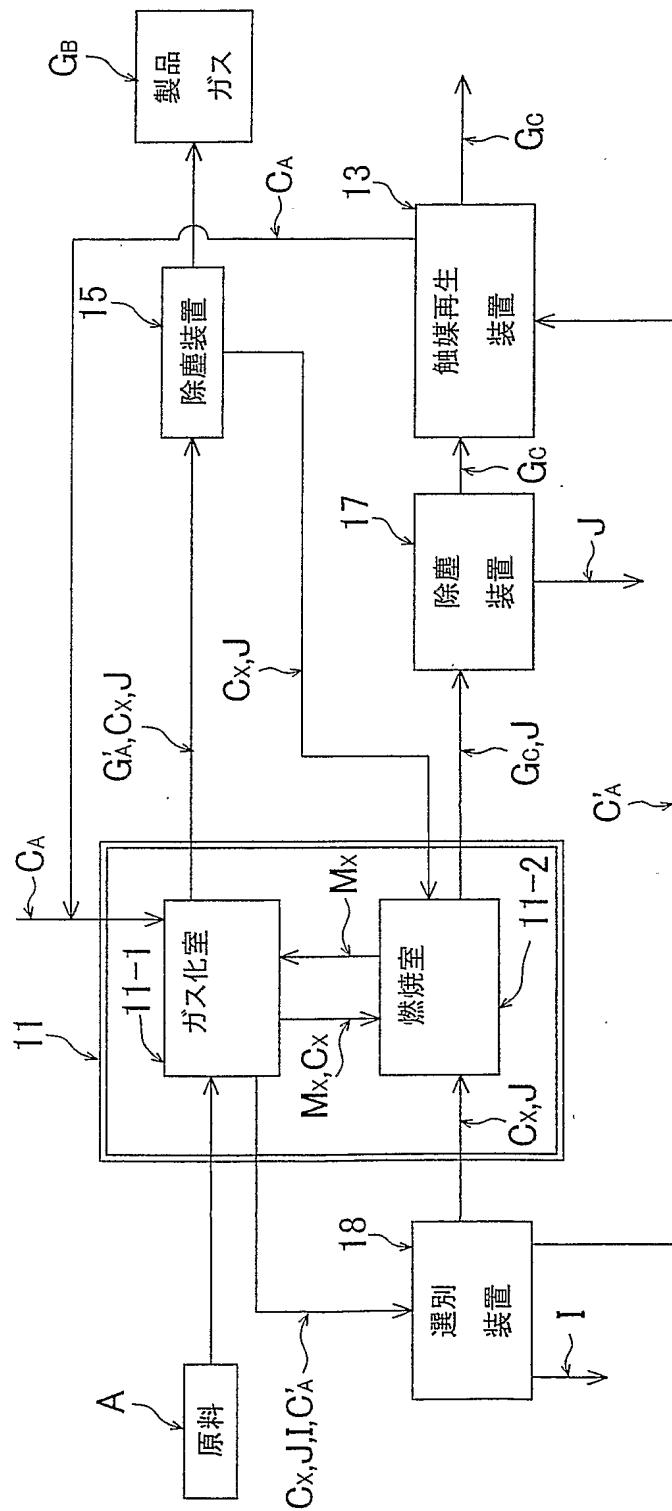
8 / 70

FIG. 8



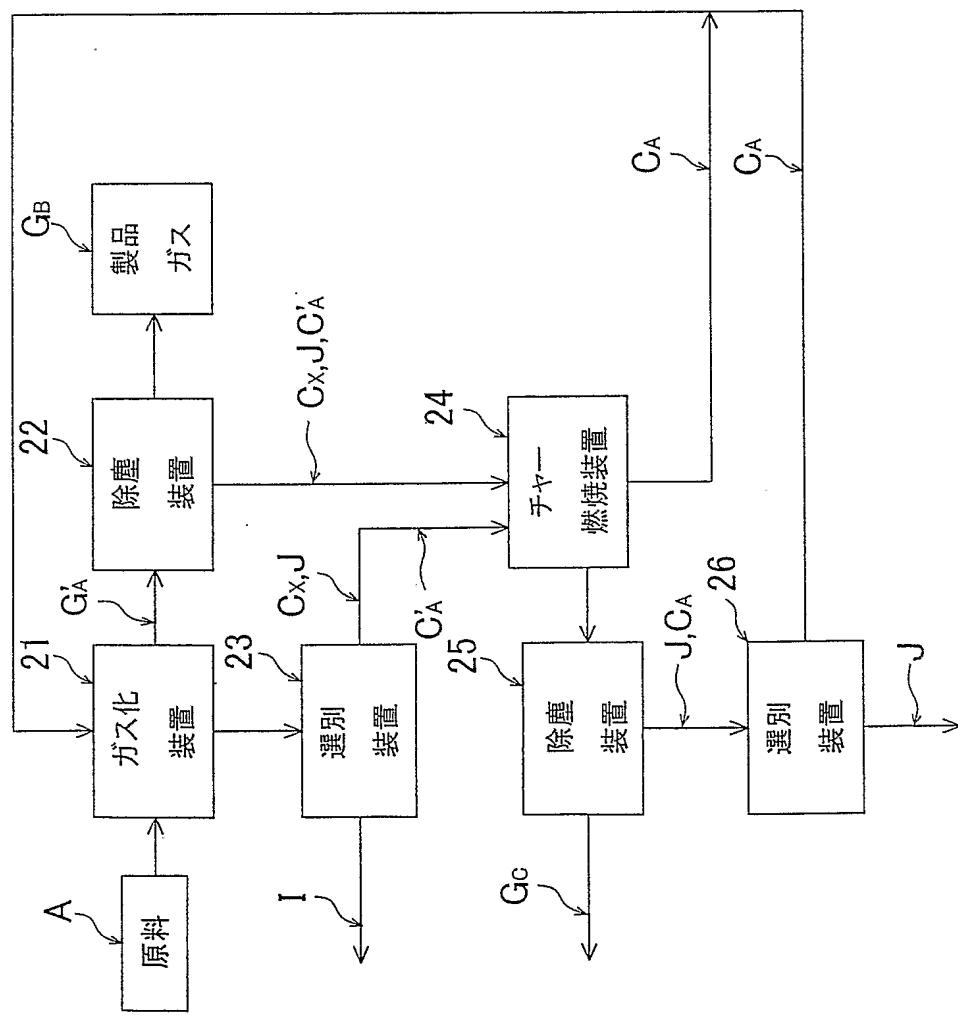
9 / 70

FIG. 9



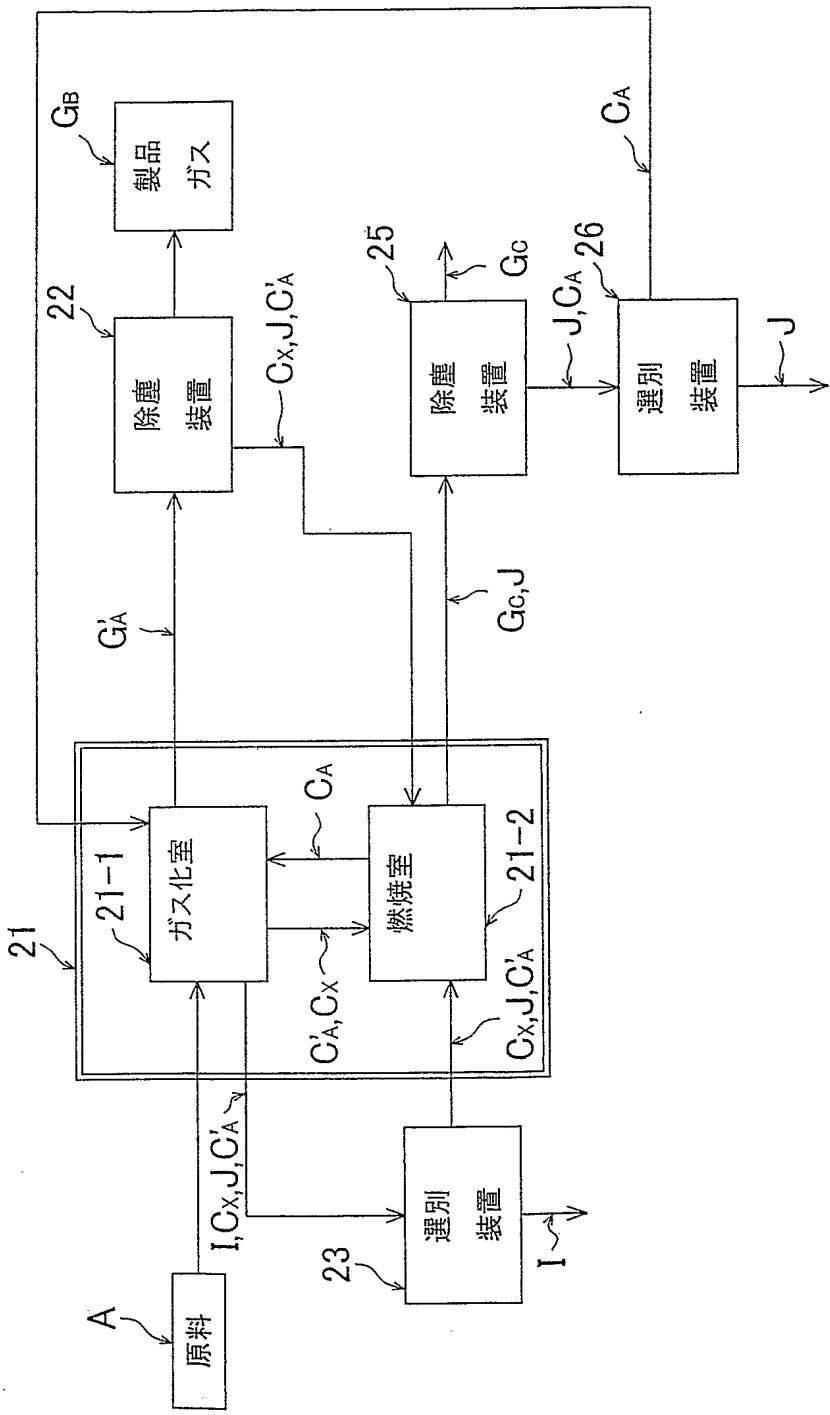
10/70

FIG. 10



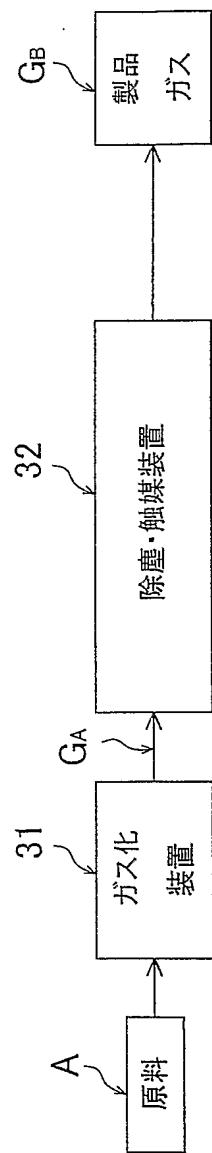
11/70

FIG. 11



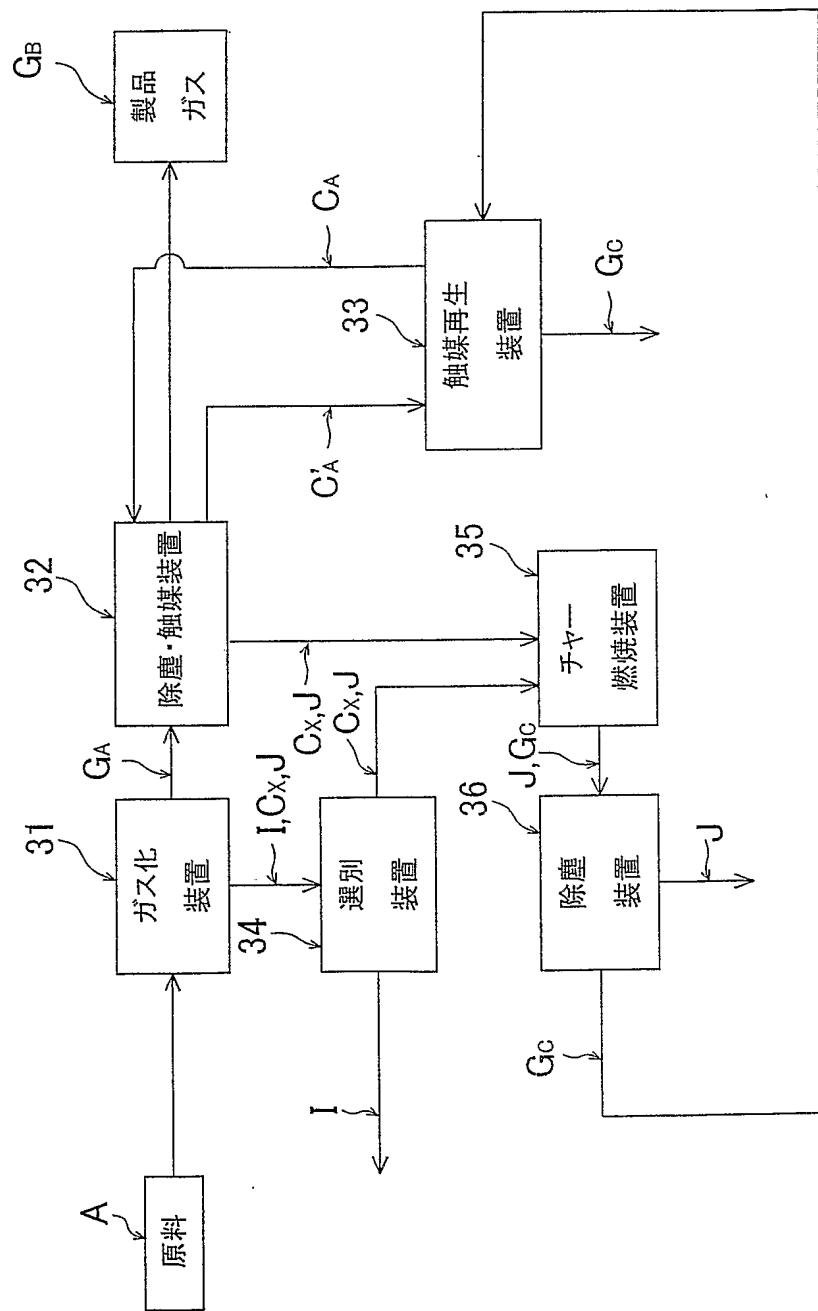
12/70

FIG. 12



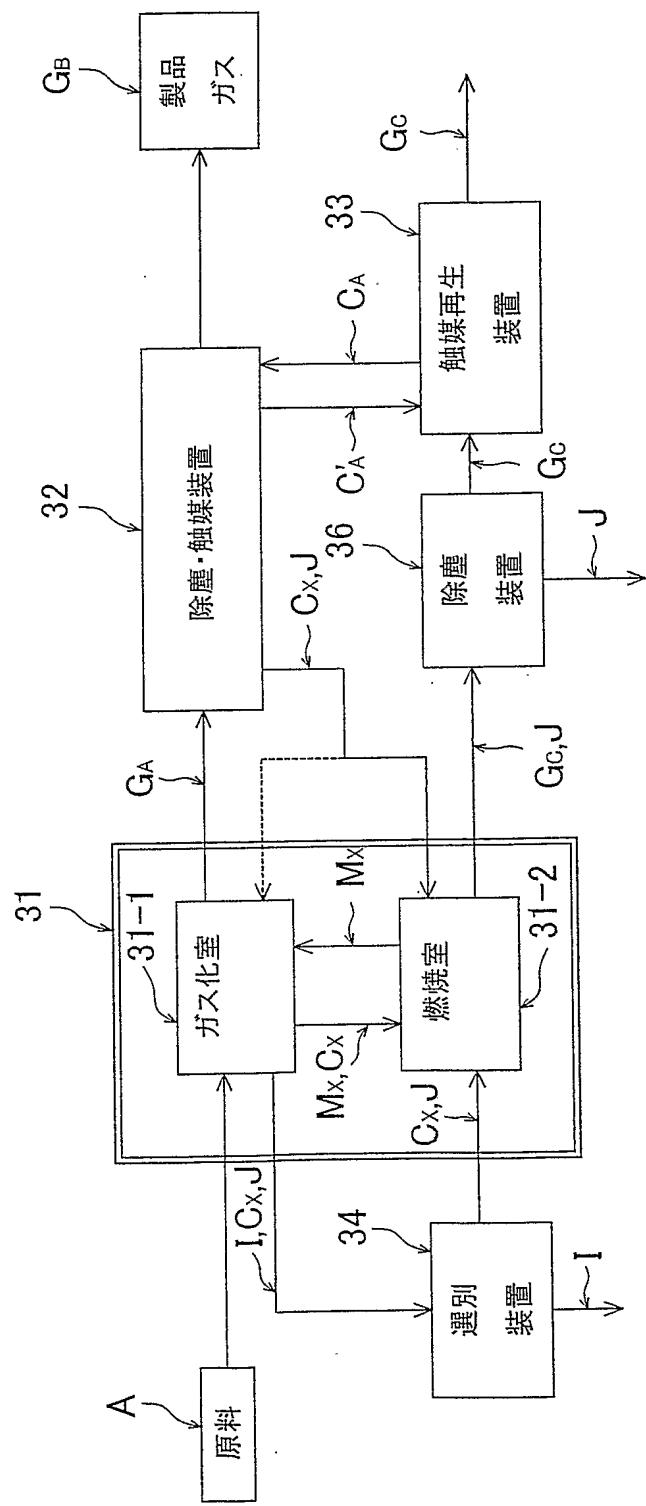
13 / 70

FIG. 13



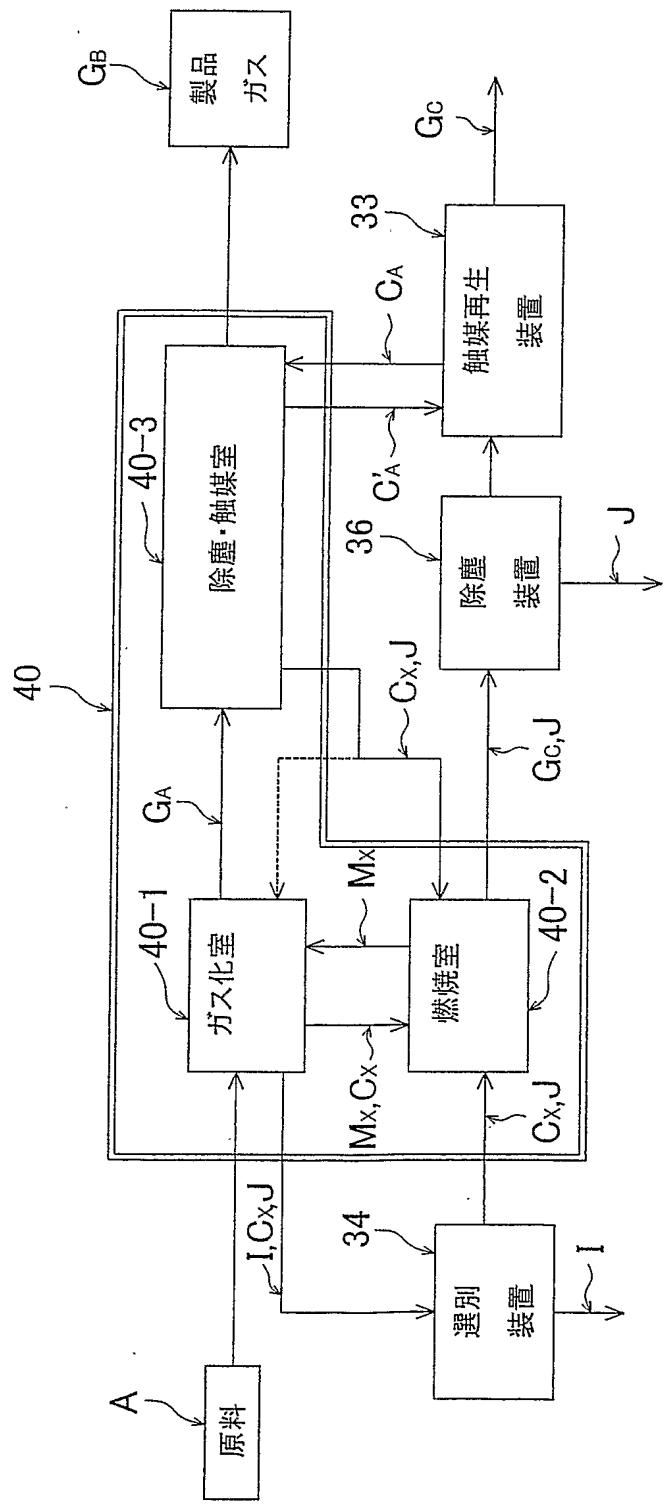
14/70

FIG. 14



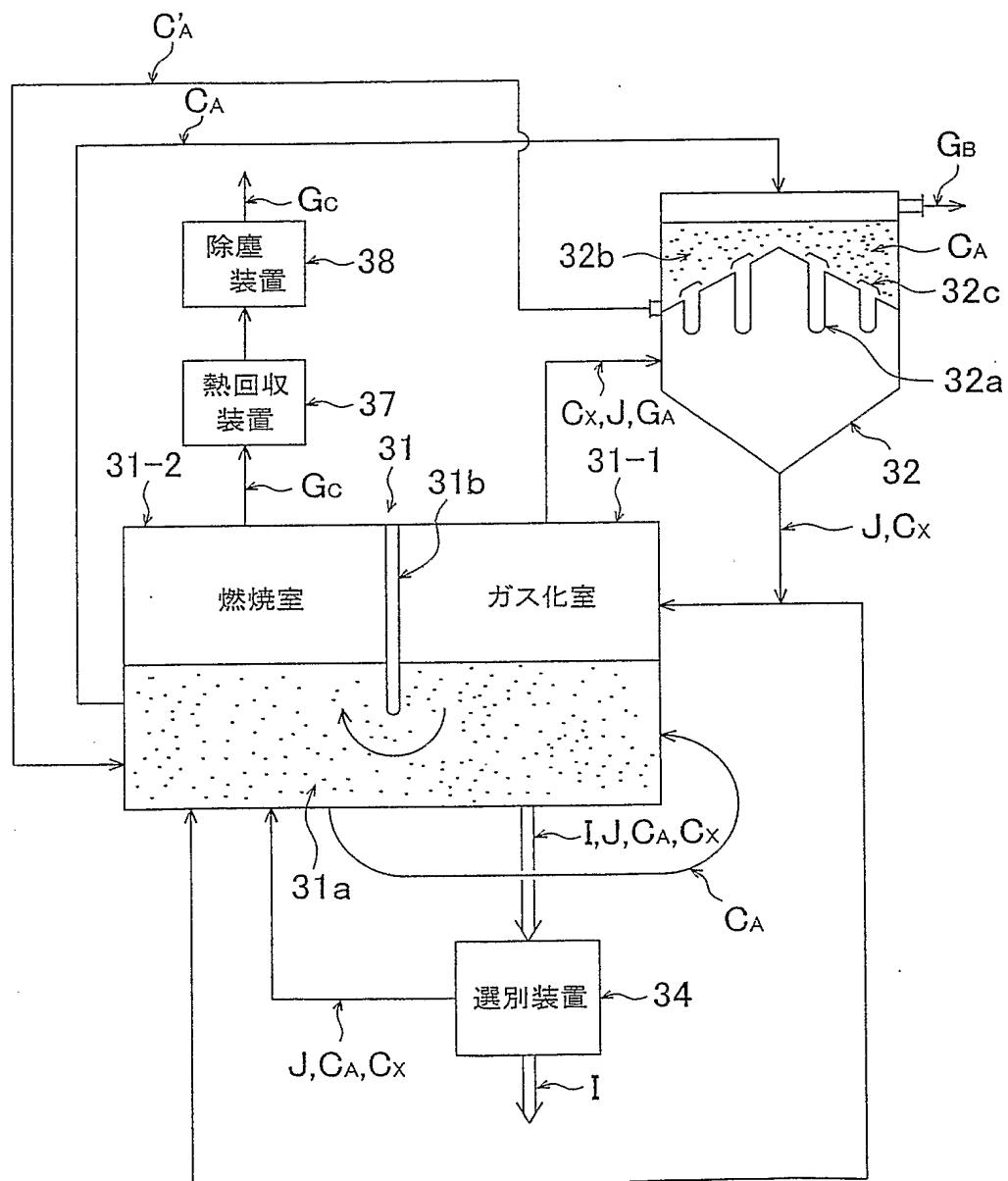
15/70

FIG. 15



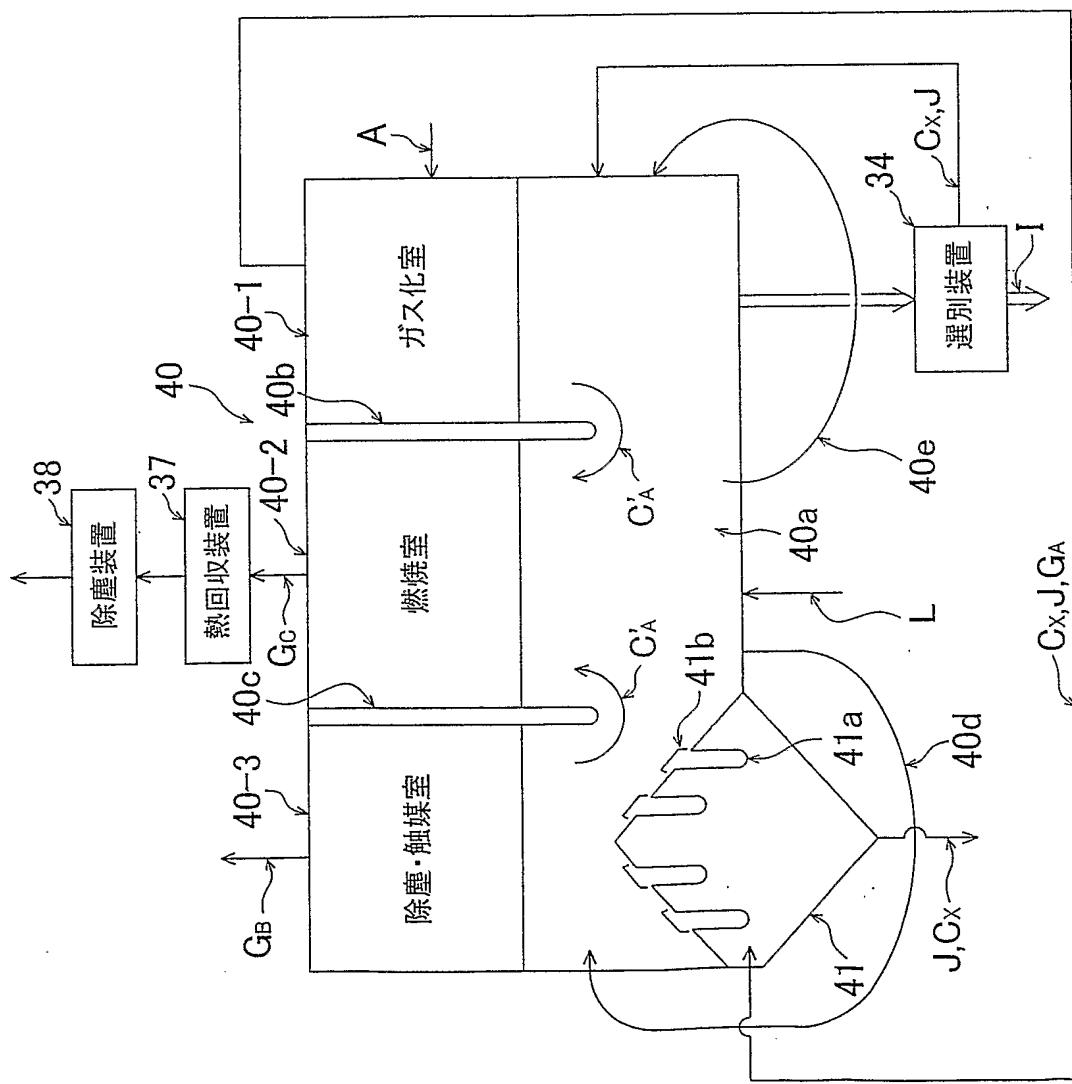
16/70

FIG. 16



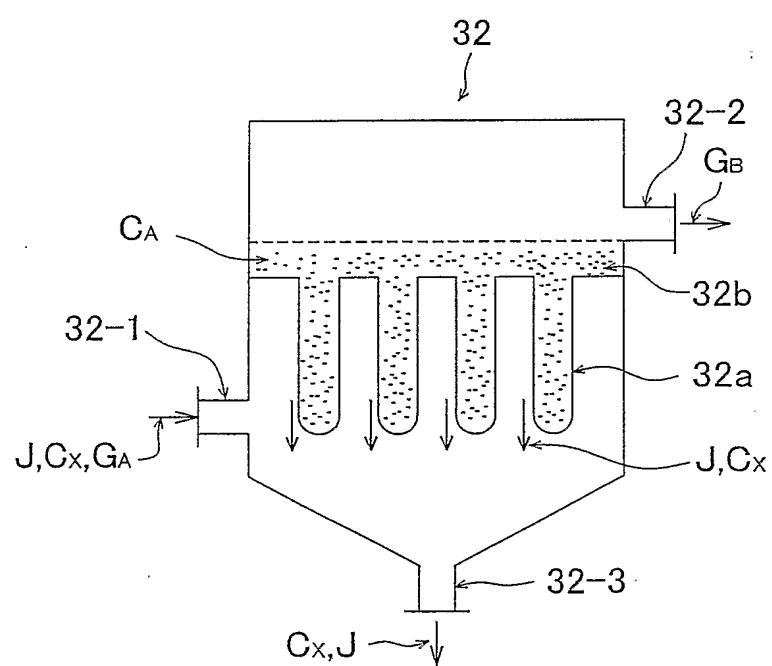
17/70

FIG. 17



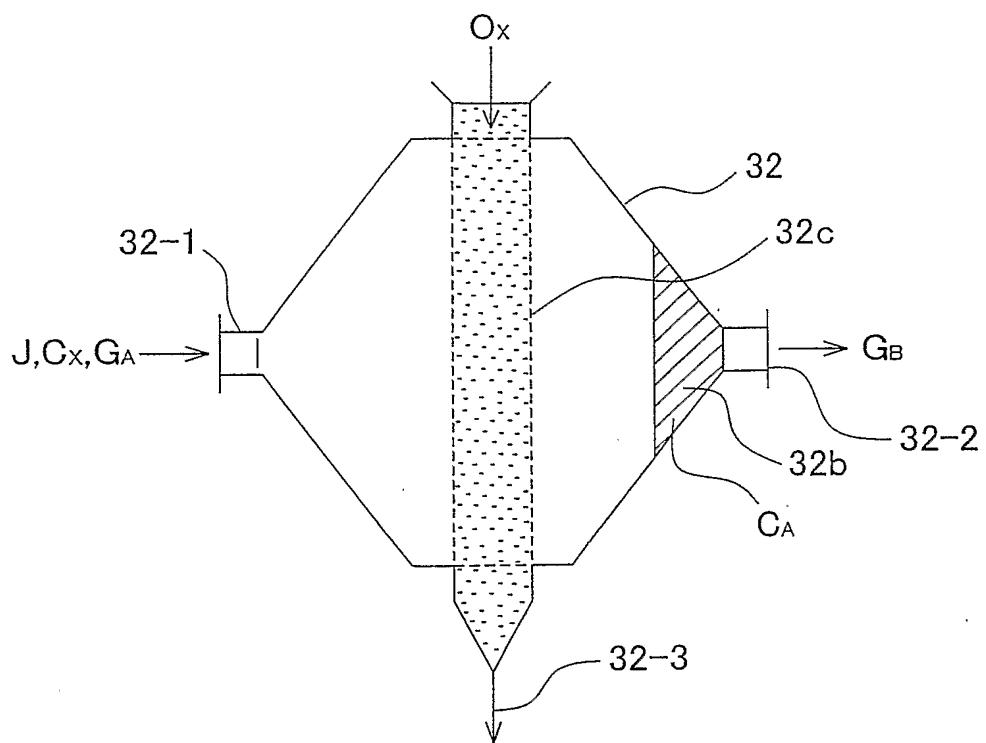
18/70

FIG. 18



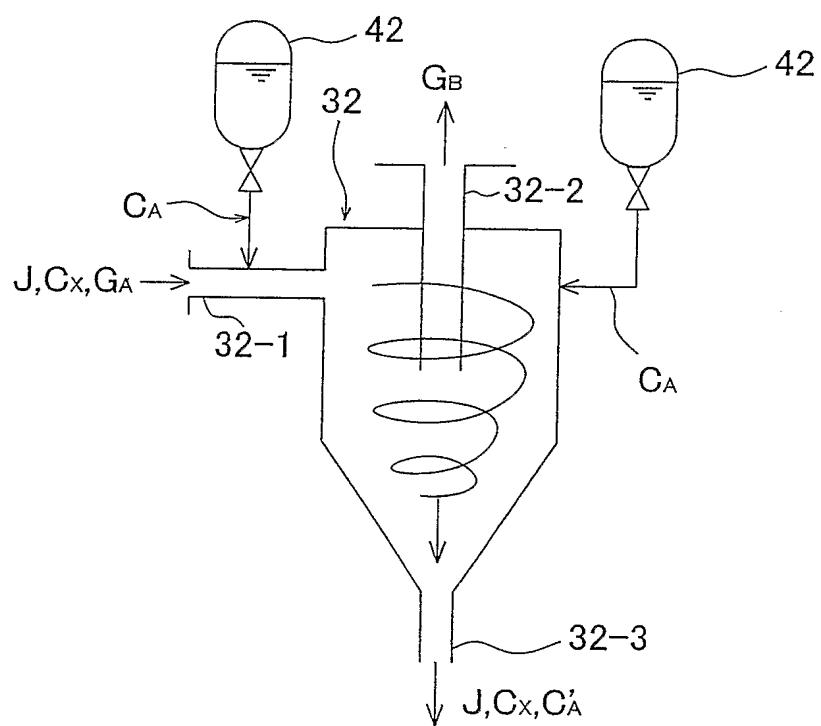
19/70

FIG. 19



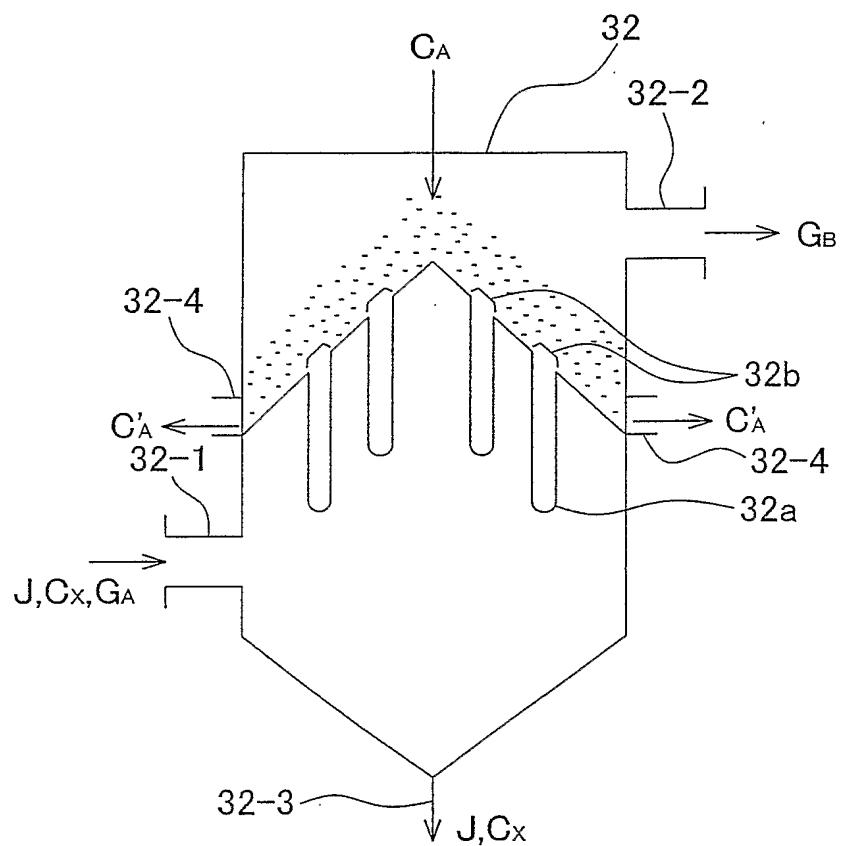
20/70

FIG. 20



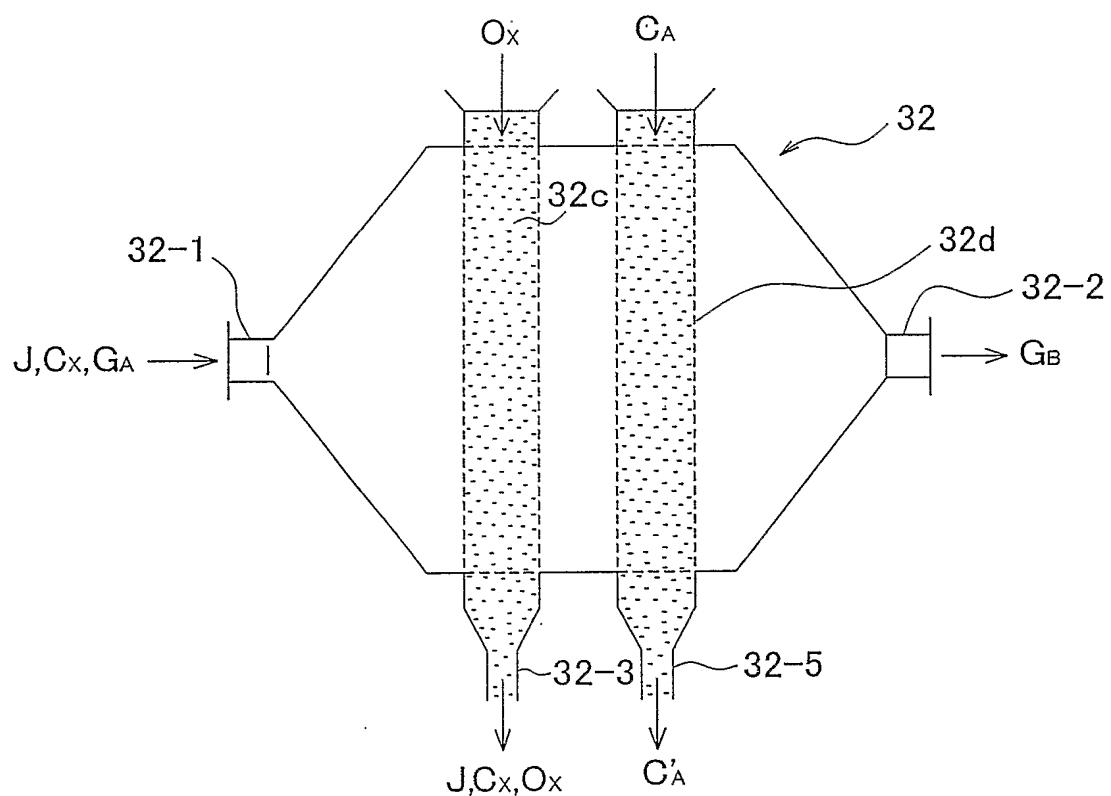
21/70

FIG. 21



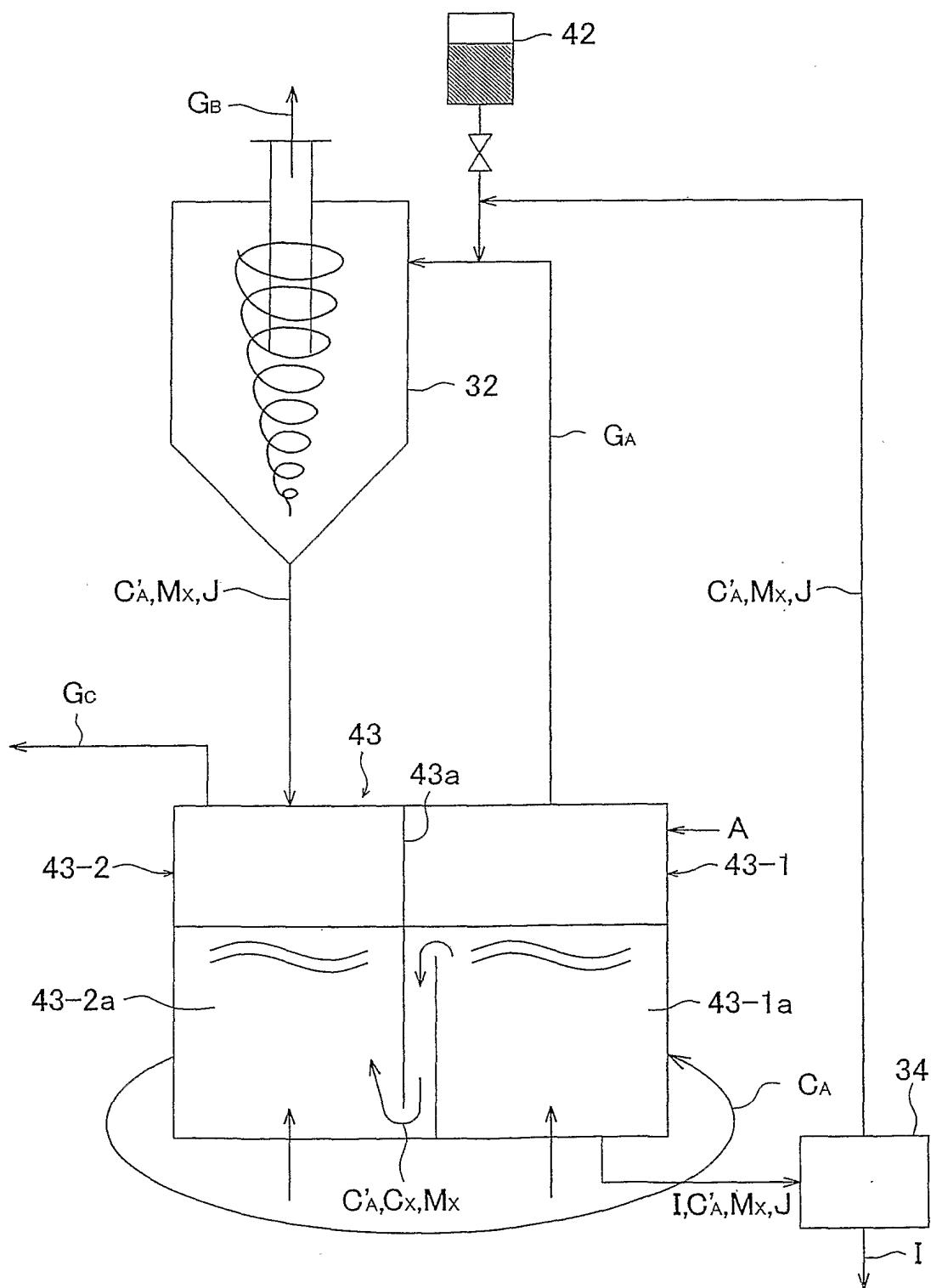
22/70

FIG. 22

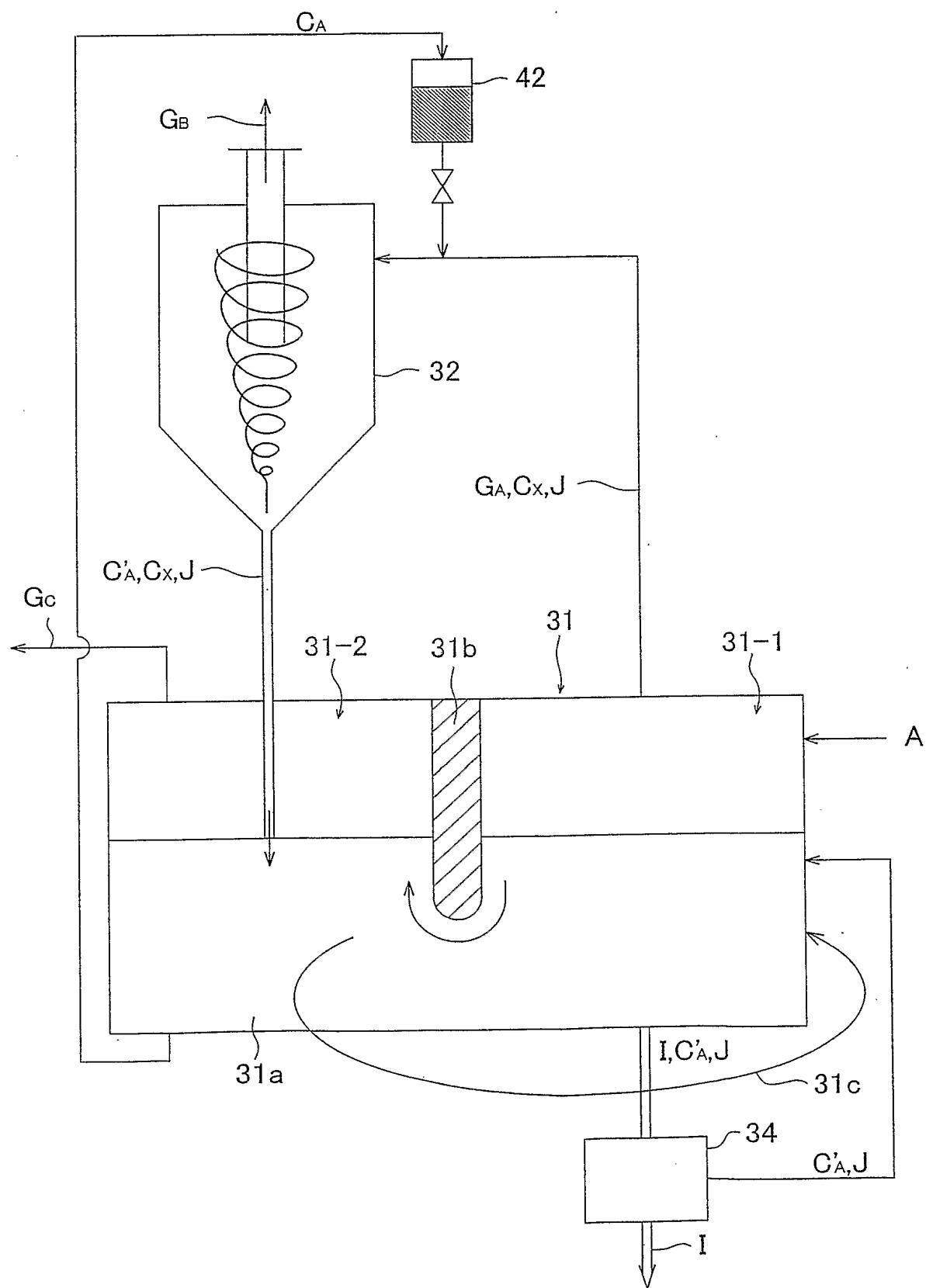


23/70

FIG. 23

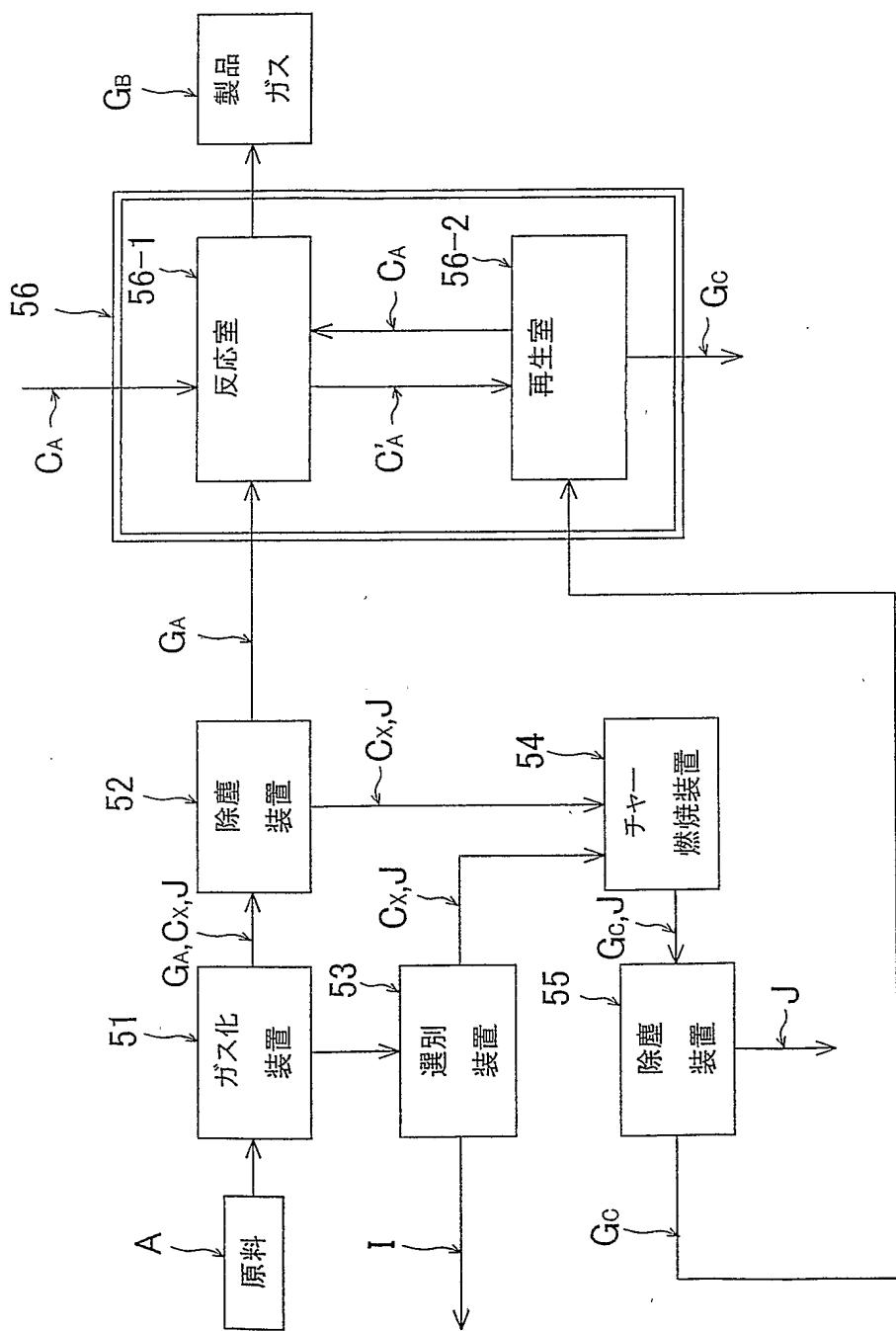


24/70
FIG. 24

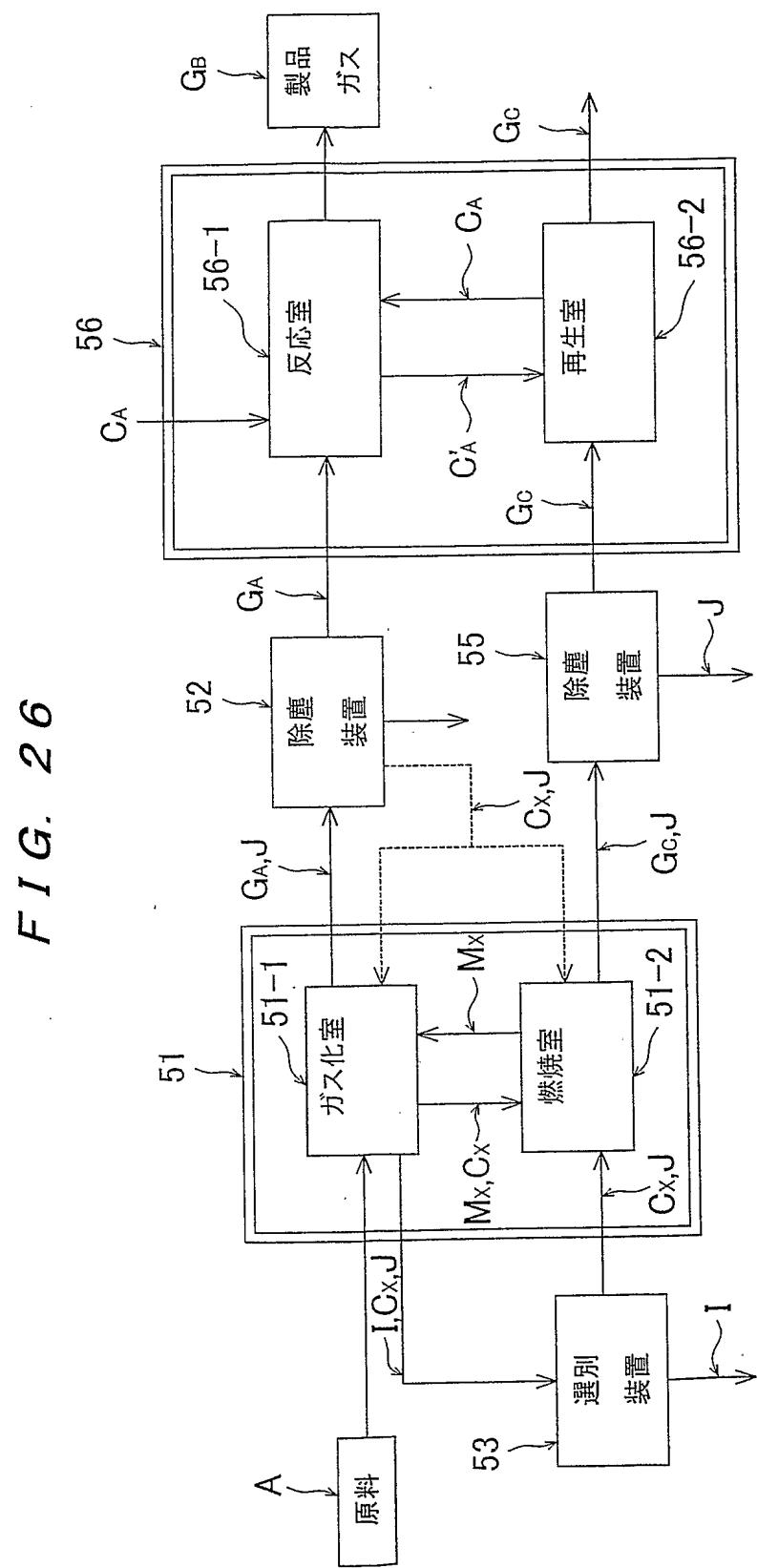


25/70

FIG. 25



26/70



27/70

FIG. 27

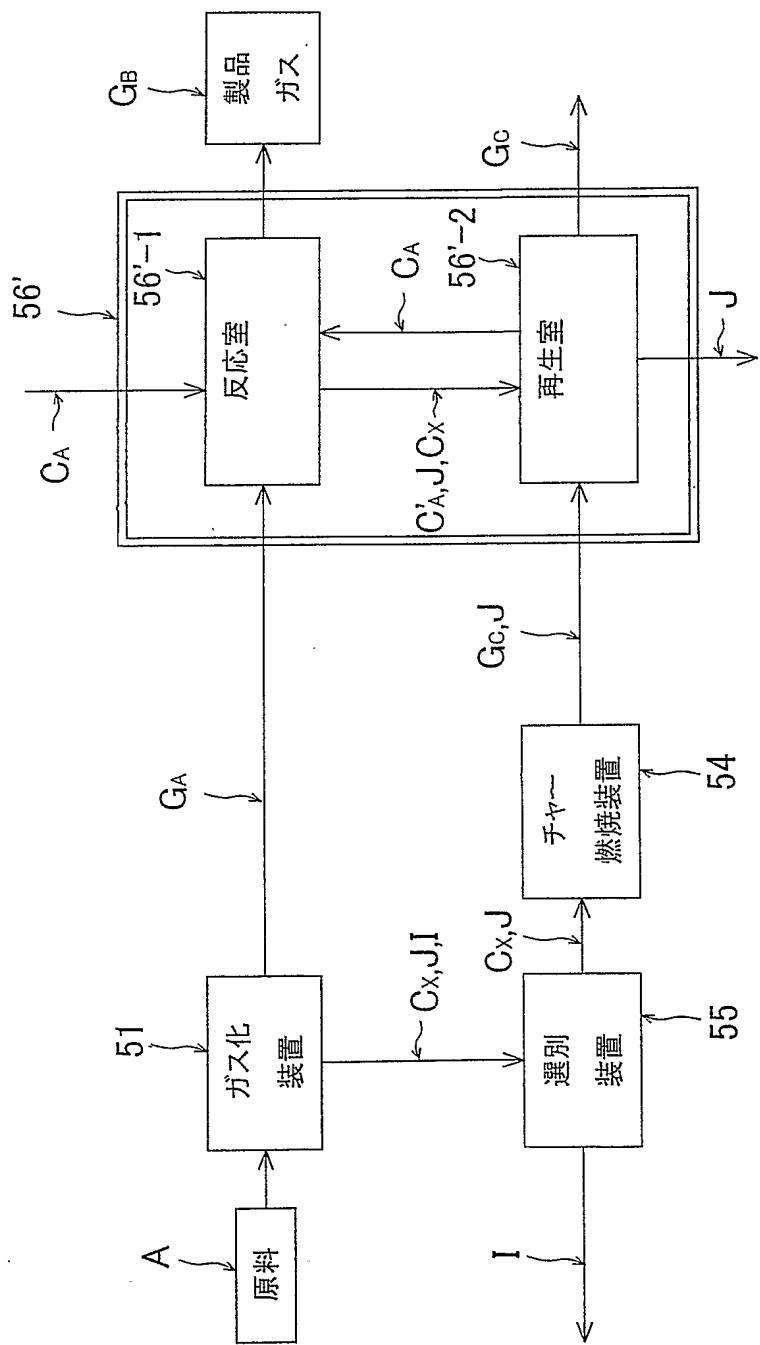
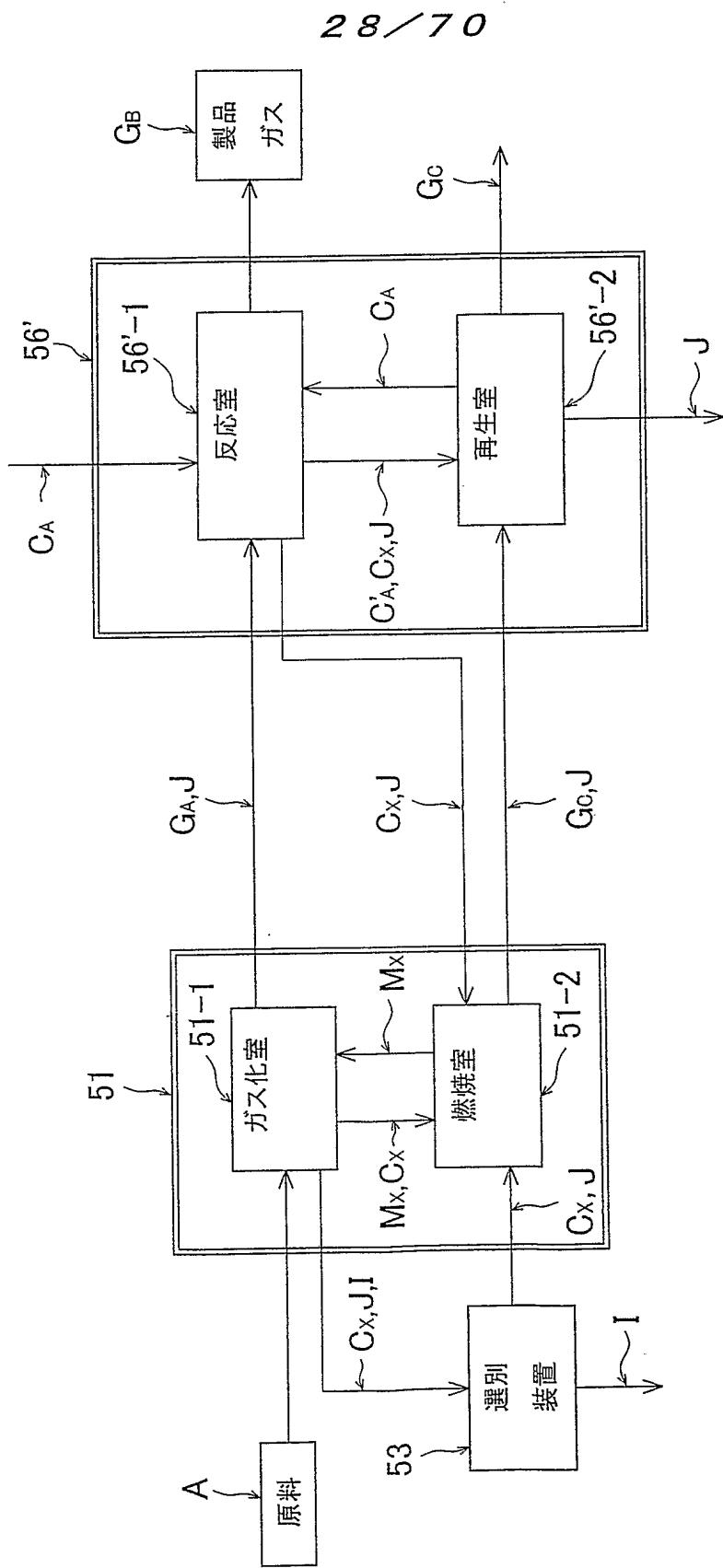


FIG. 28



29/70

FIG. 29

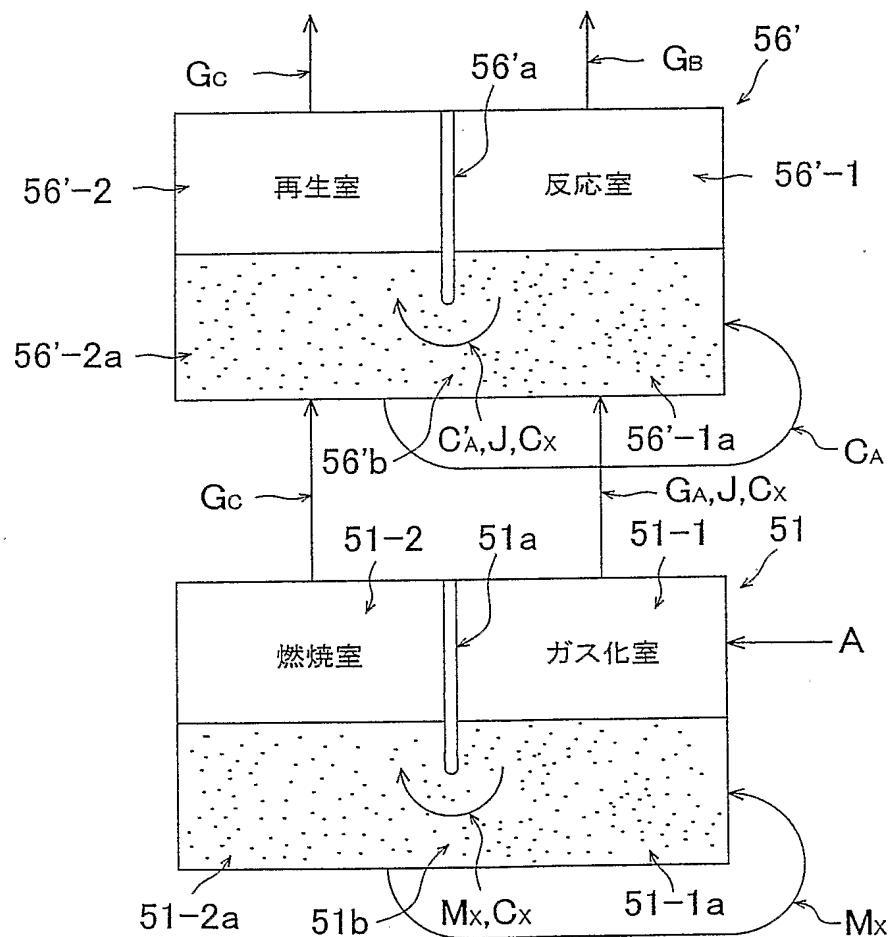
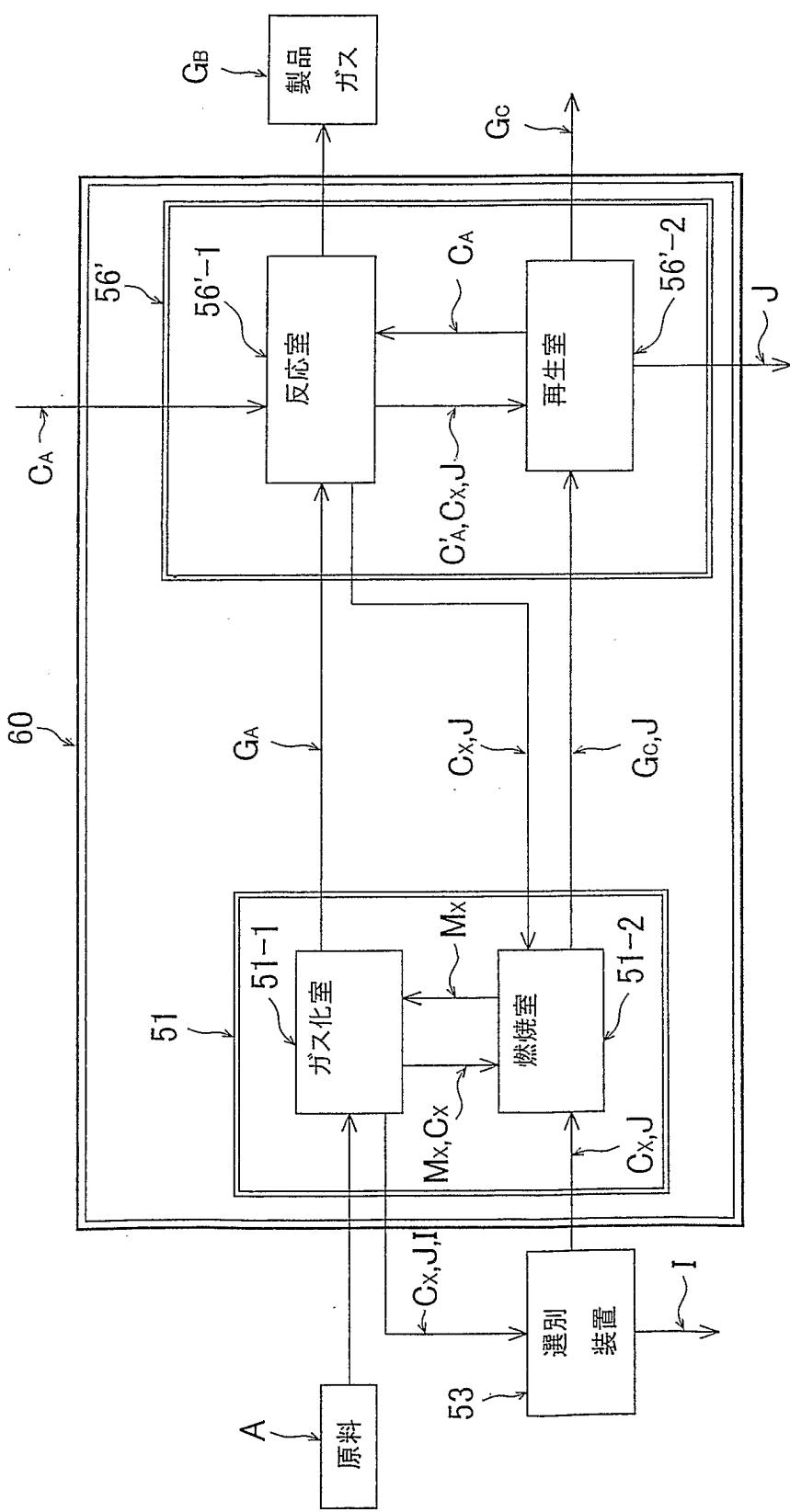


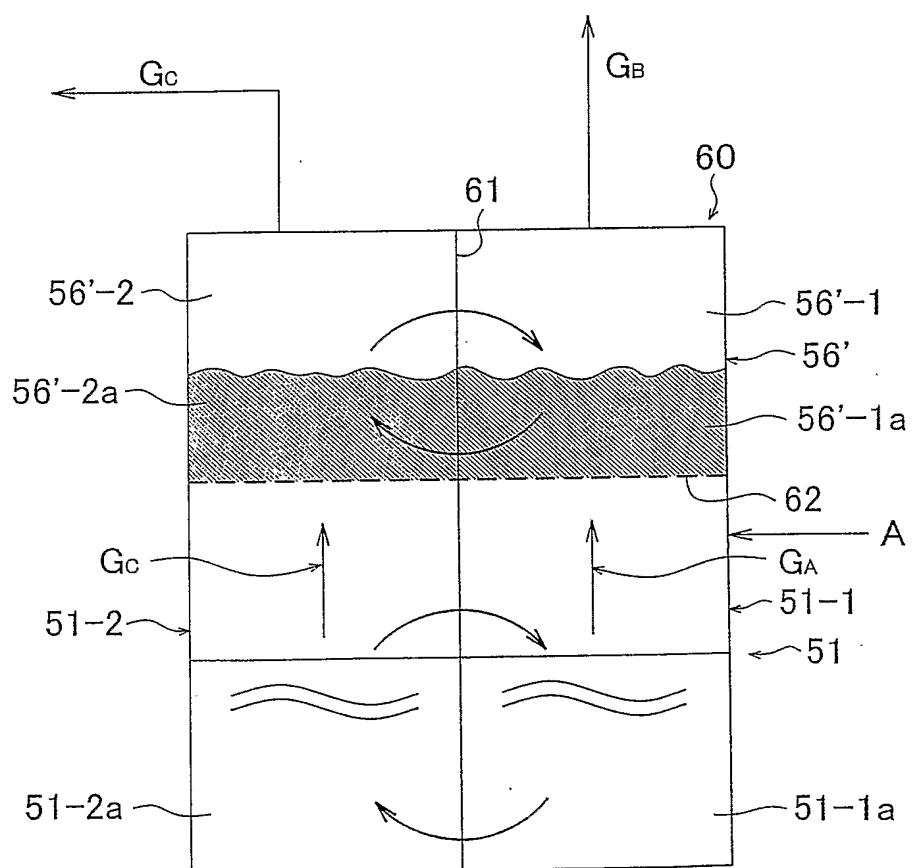
FIG. 30

30/70



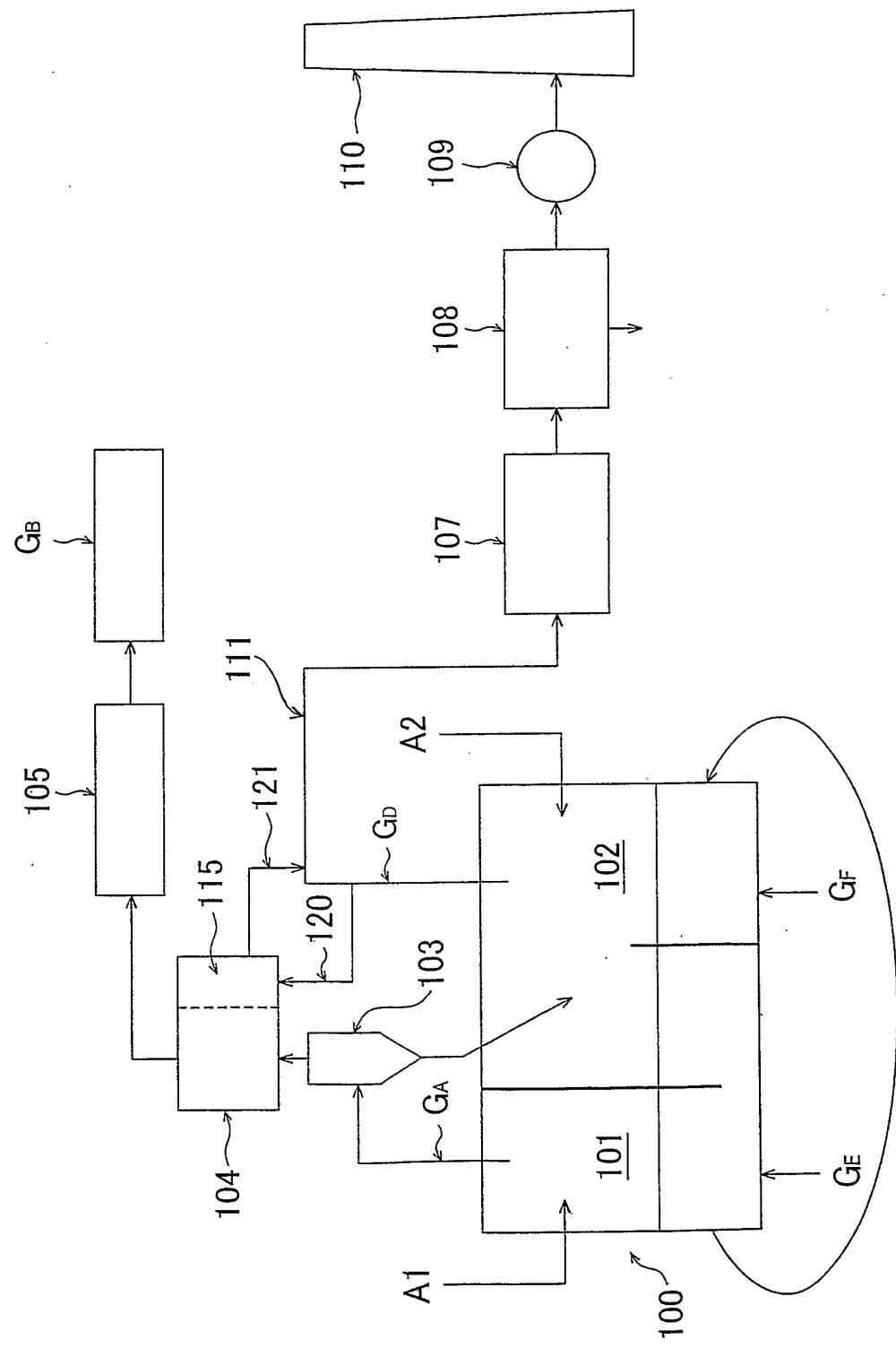
31/70

FIG. 31



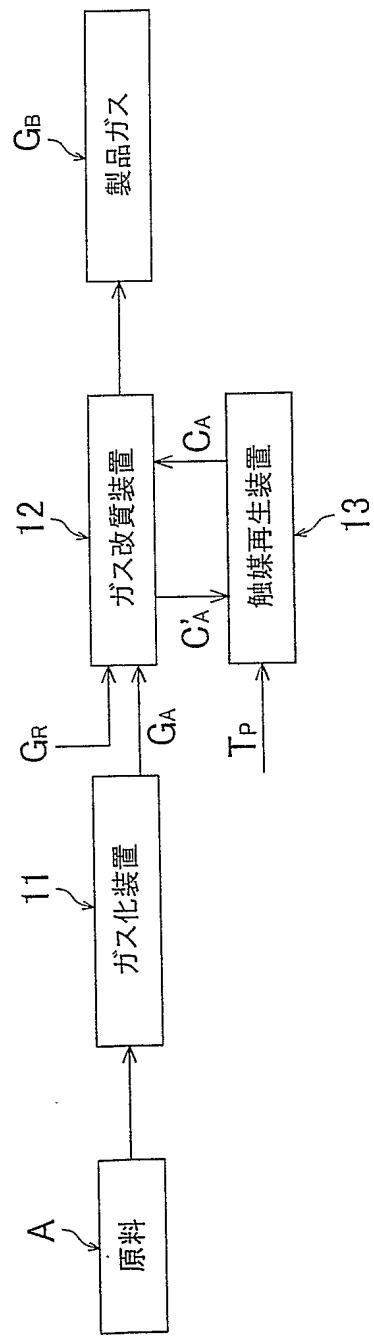
32/70

FIG. 32



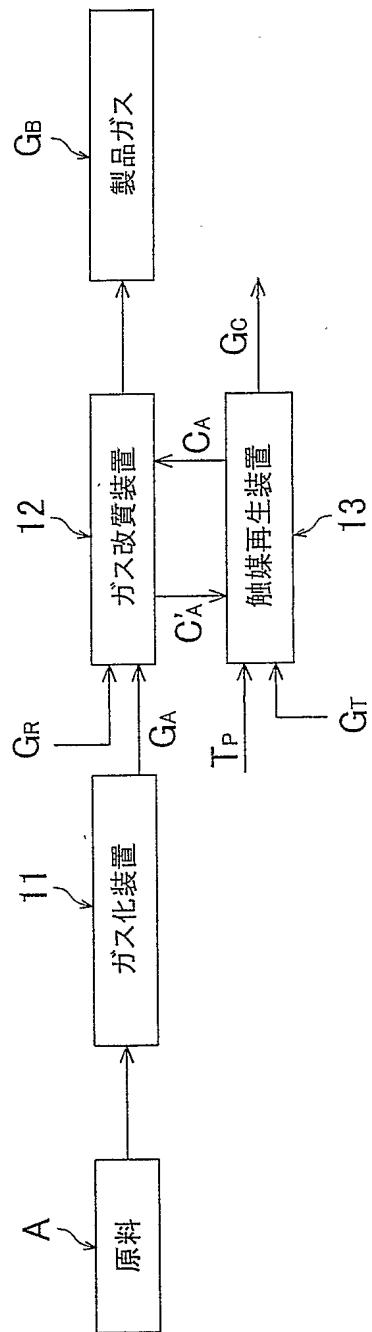
33/70

FIG. 33



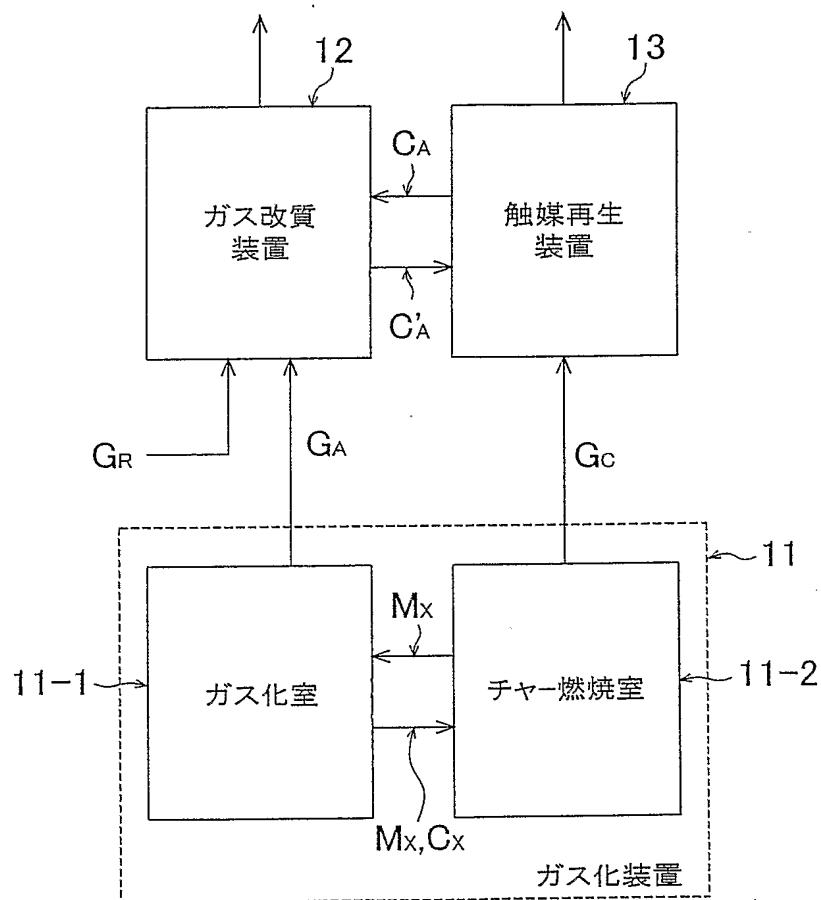
34/70

FIG. 34



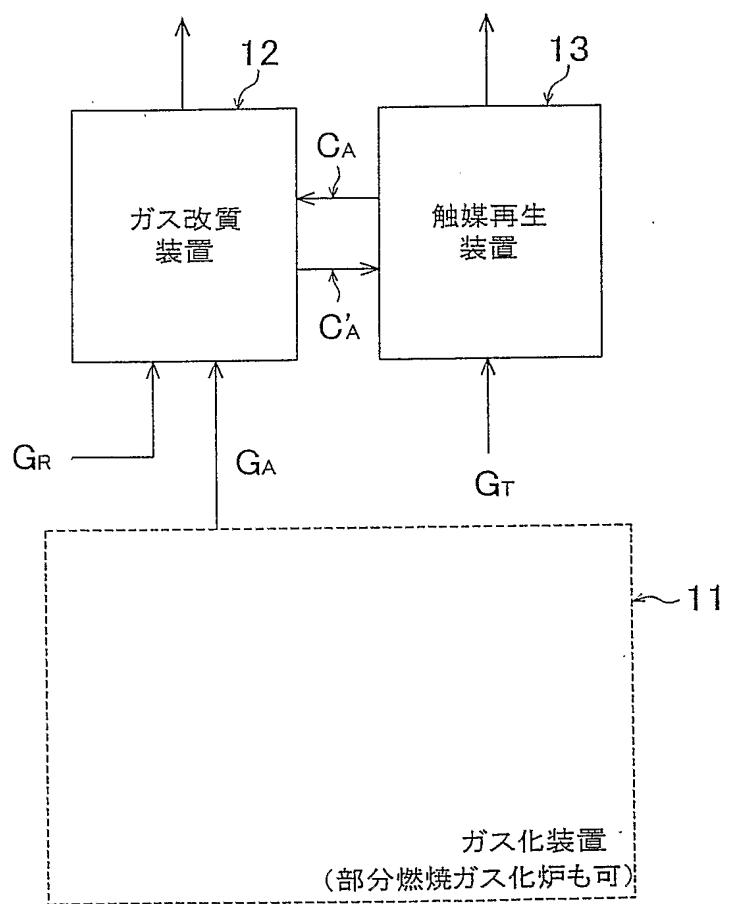
35/70

FIG. 35



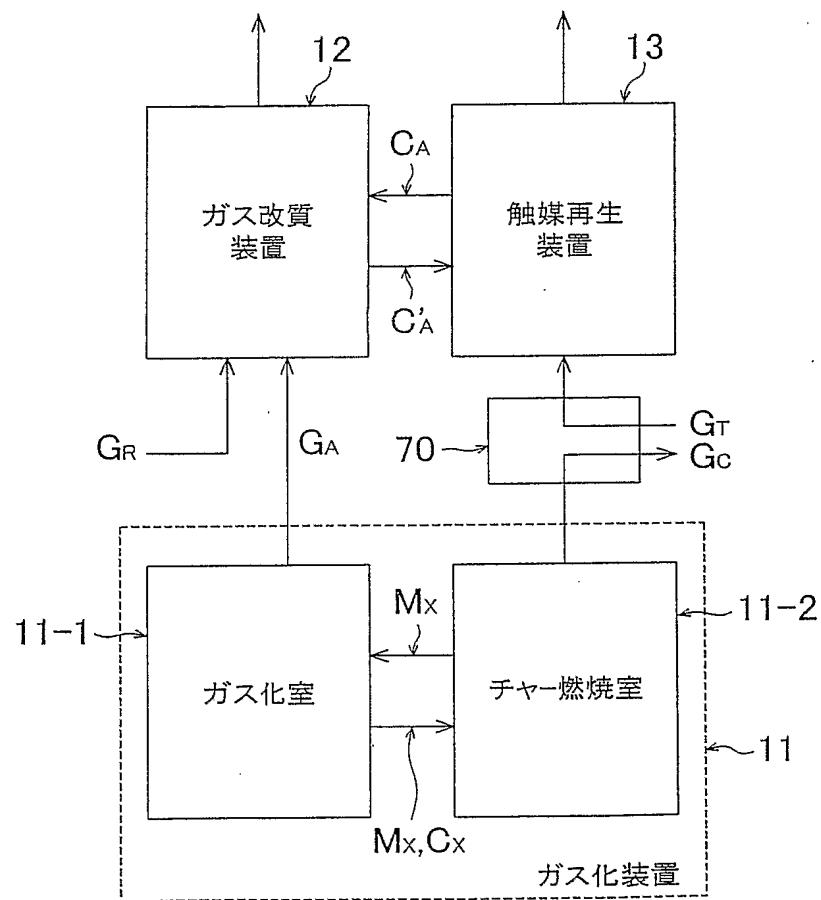
36/70

FIG. 36



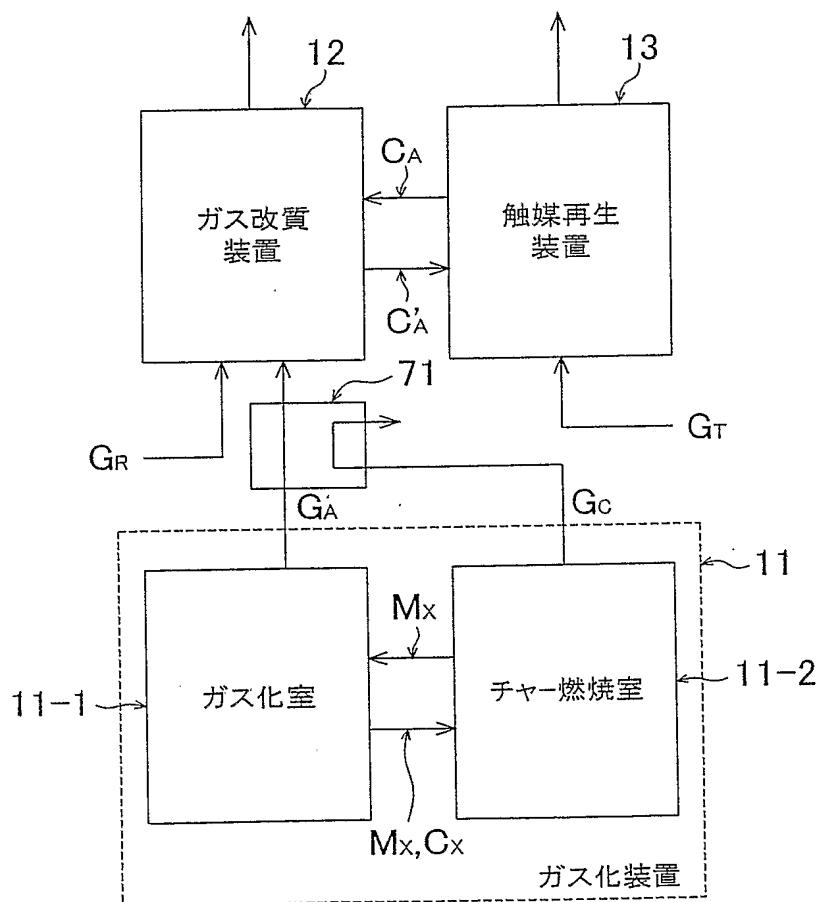
37/70

FIG. 37



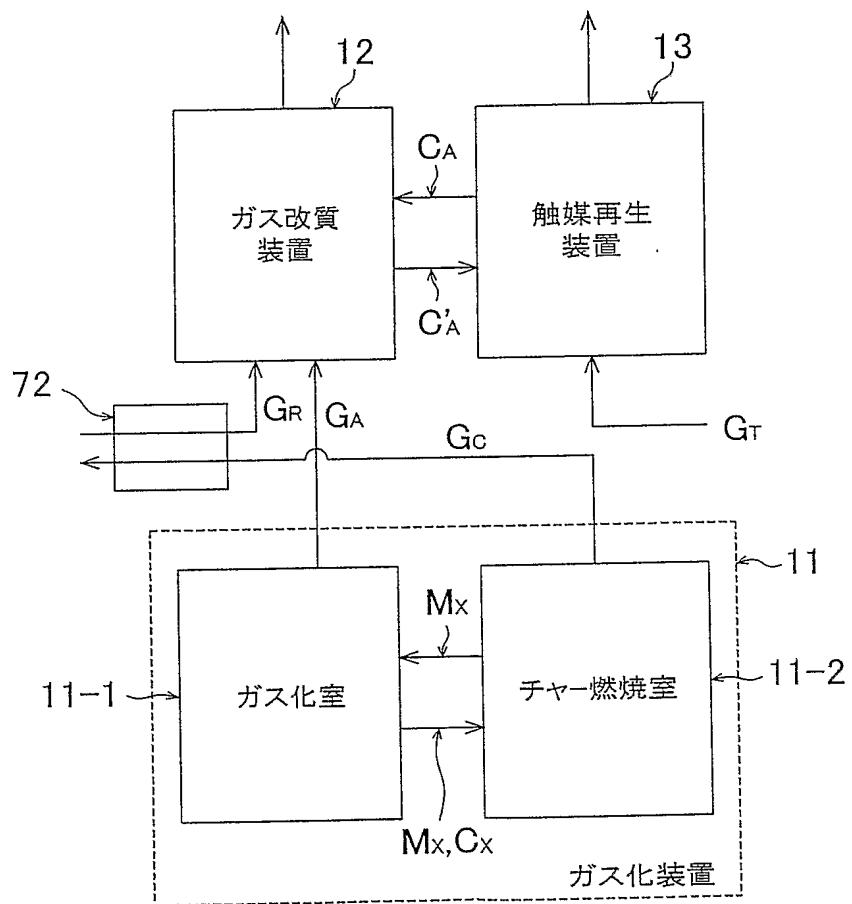
38/70

FIG. 38



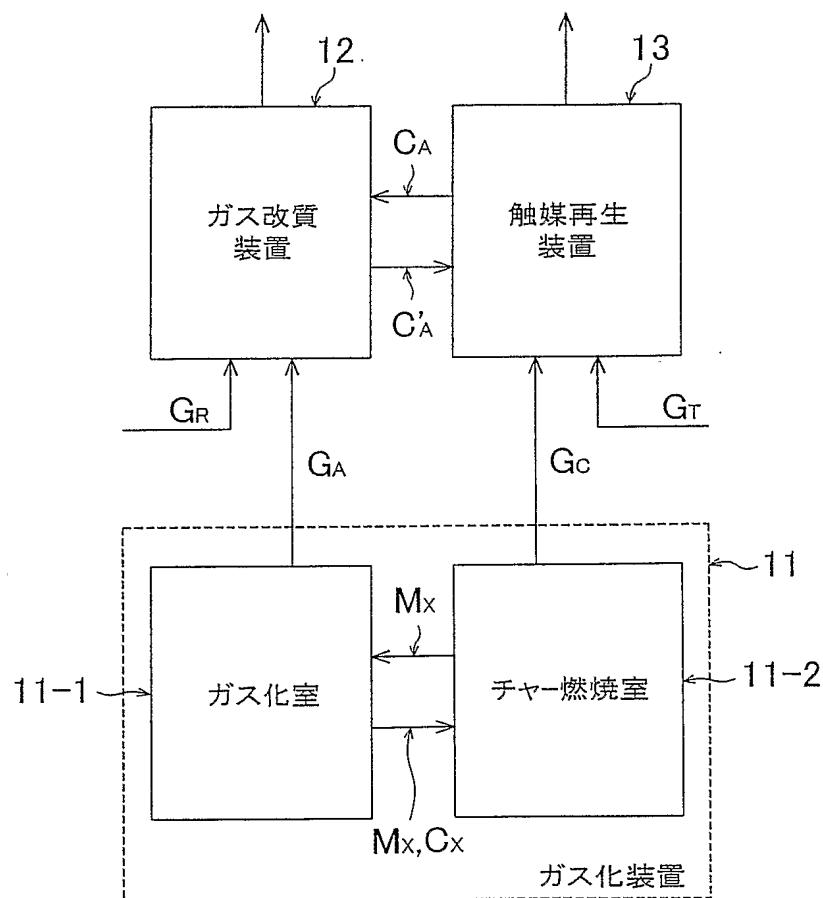
39 / 70

FIG. 39



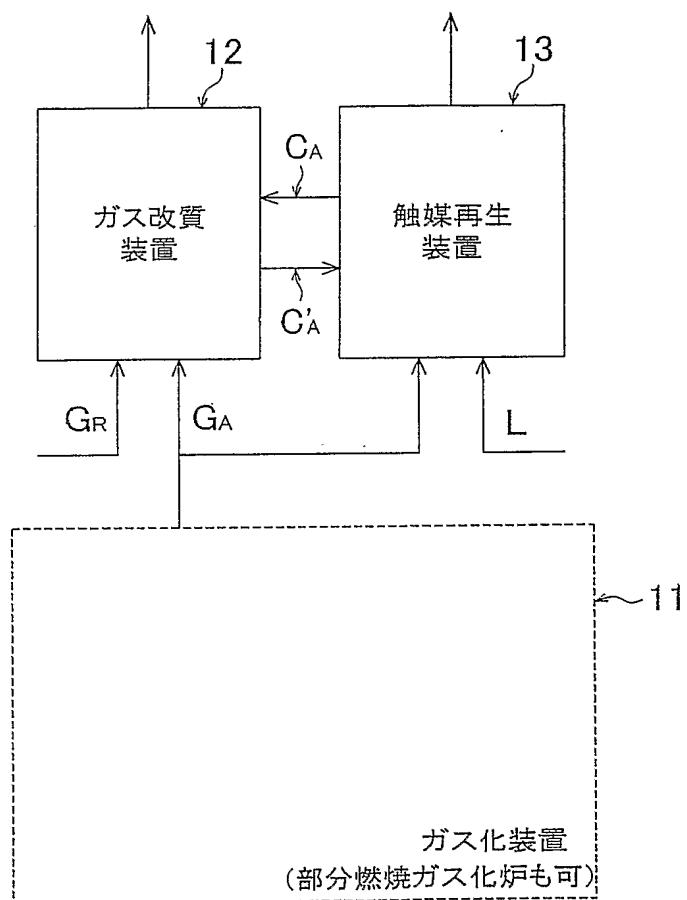
40/70

FIG. 40



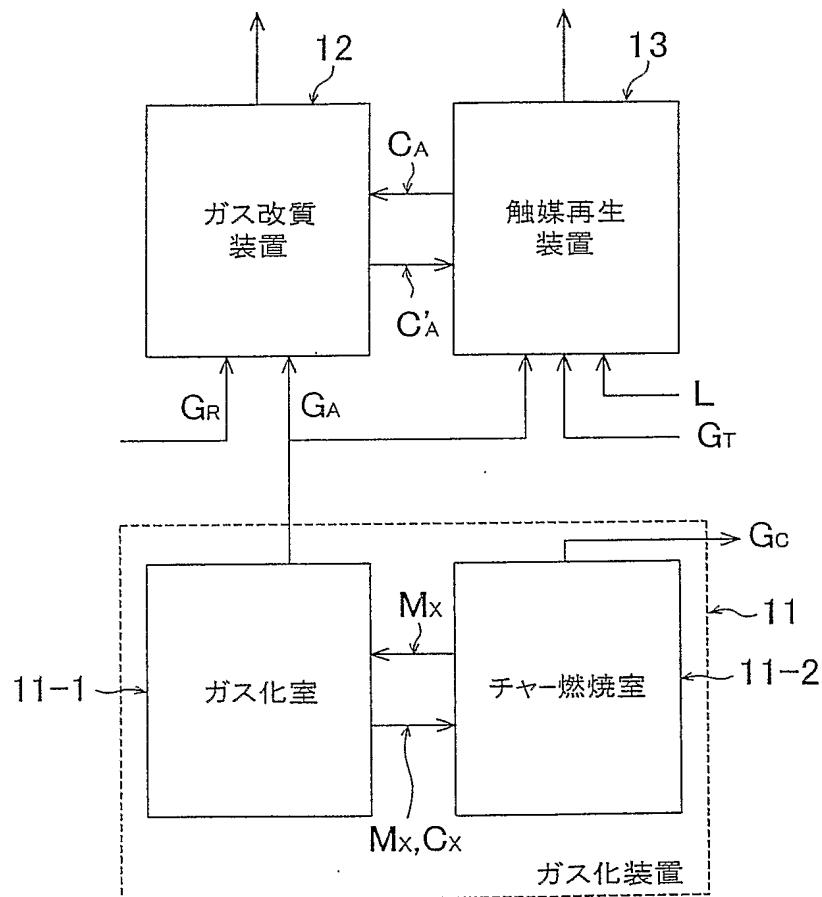
41/70

FIG. 41



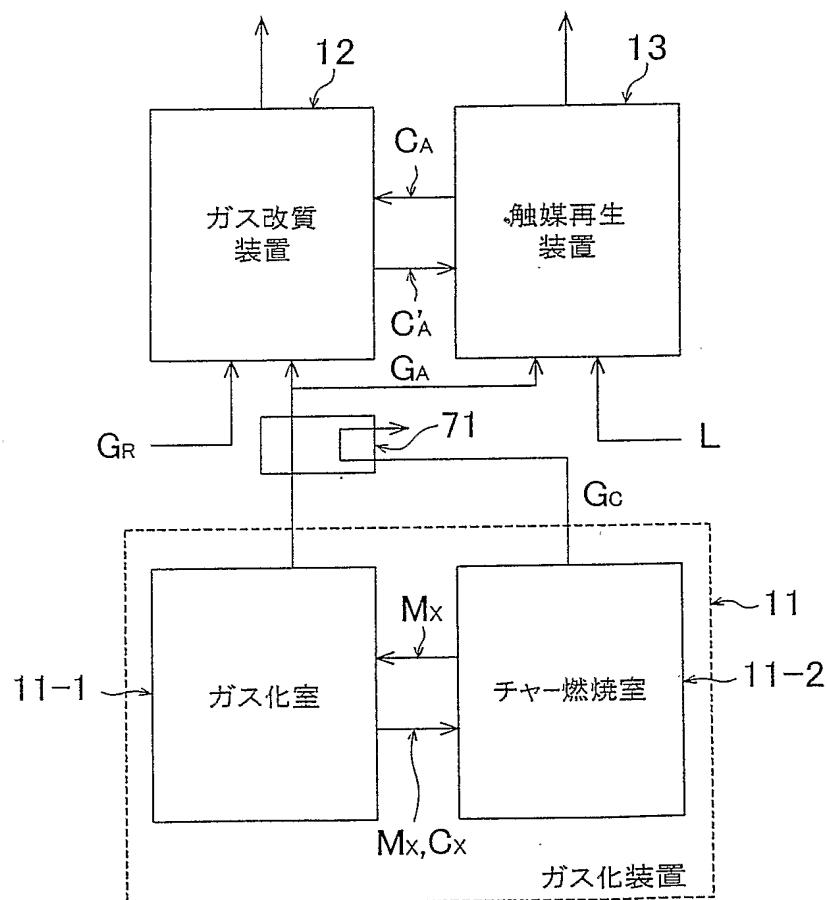
42/70

FIG. 42



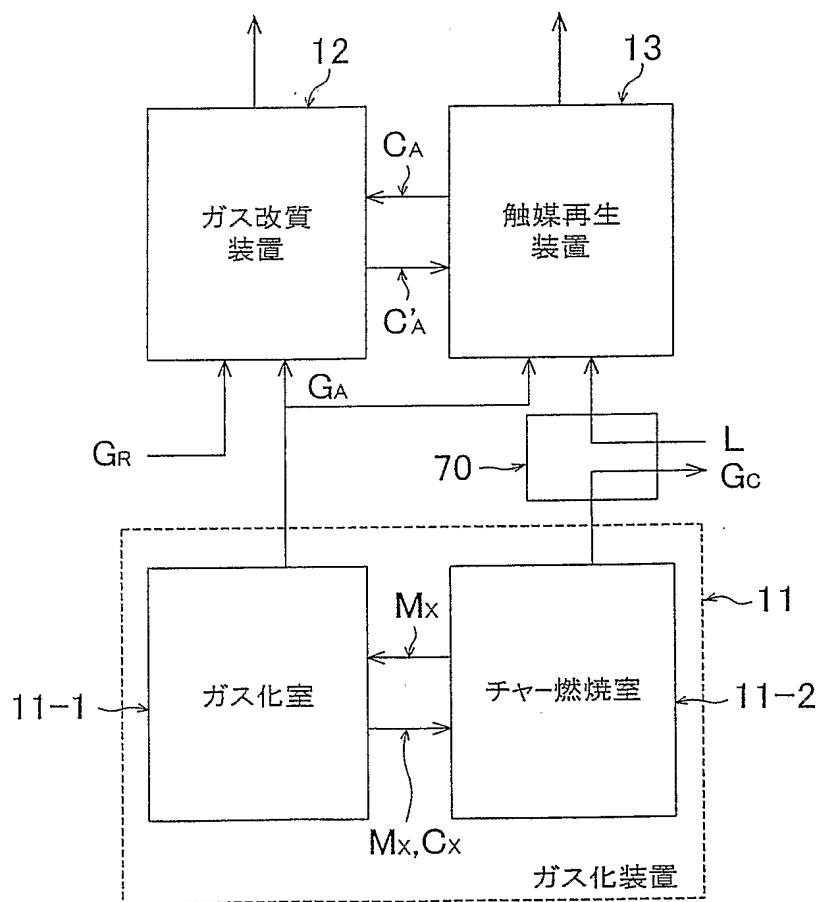
43/70

FIG. 43



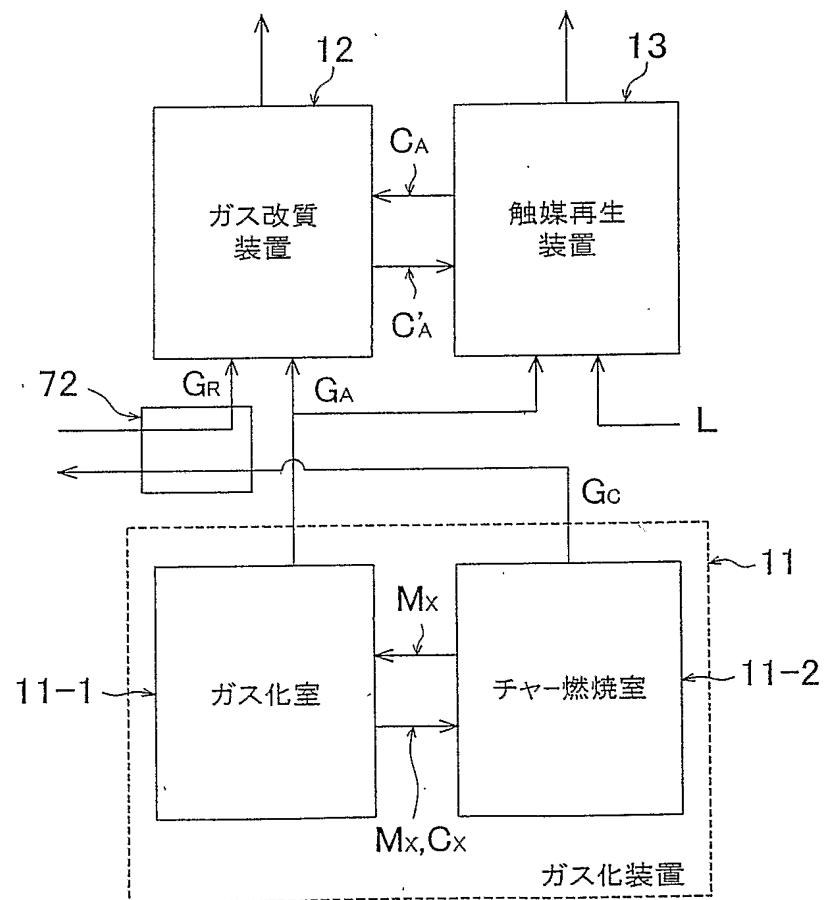
44/70

FIG. 44



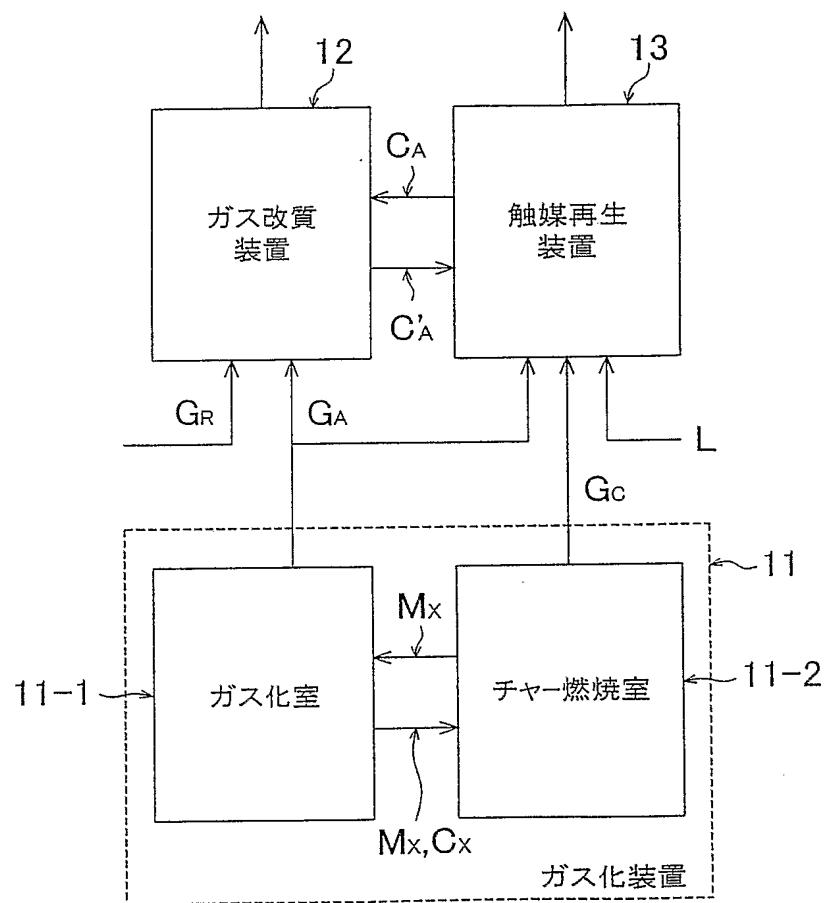
45/70

FIG. 45



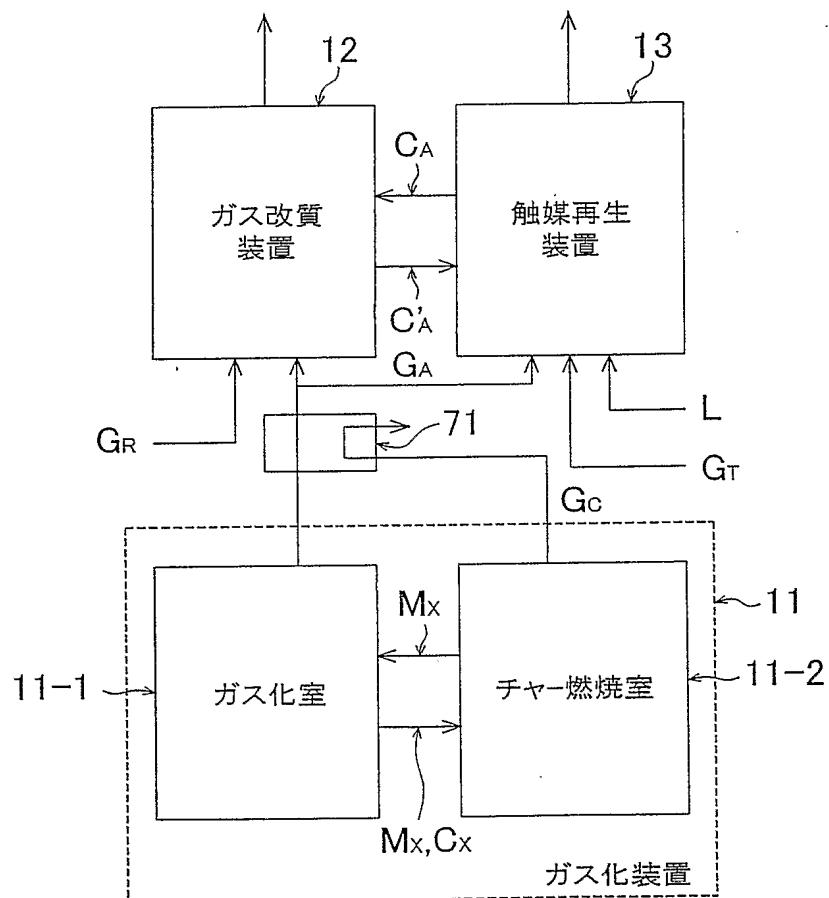
46/70

FIG. 46



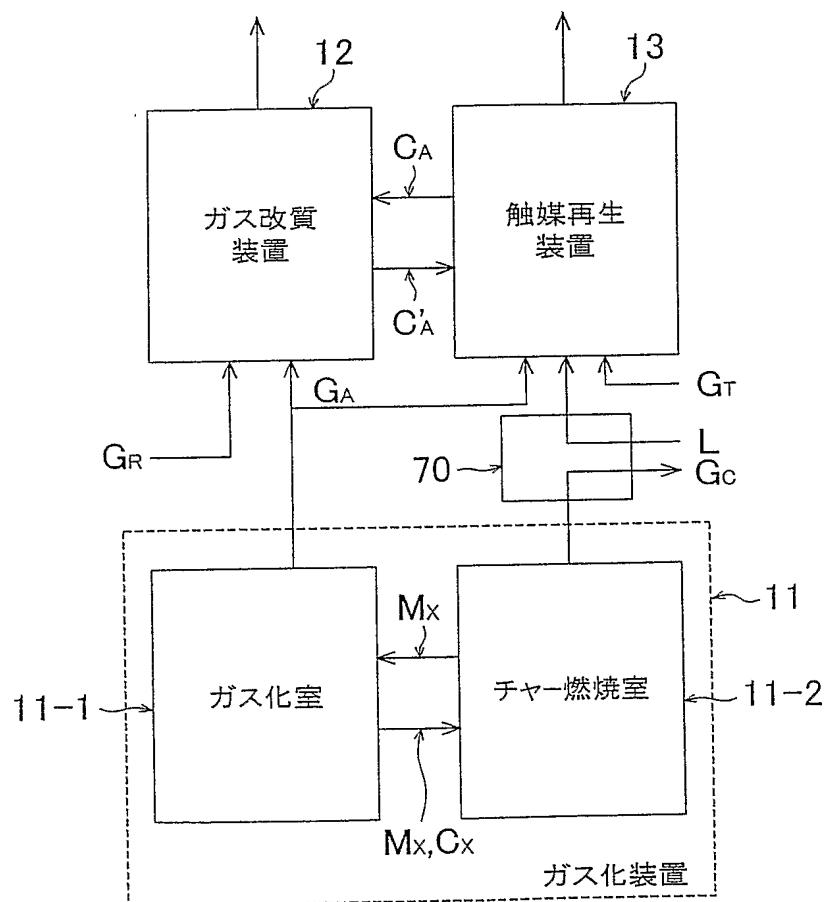
47/70

FIG. 47



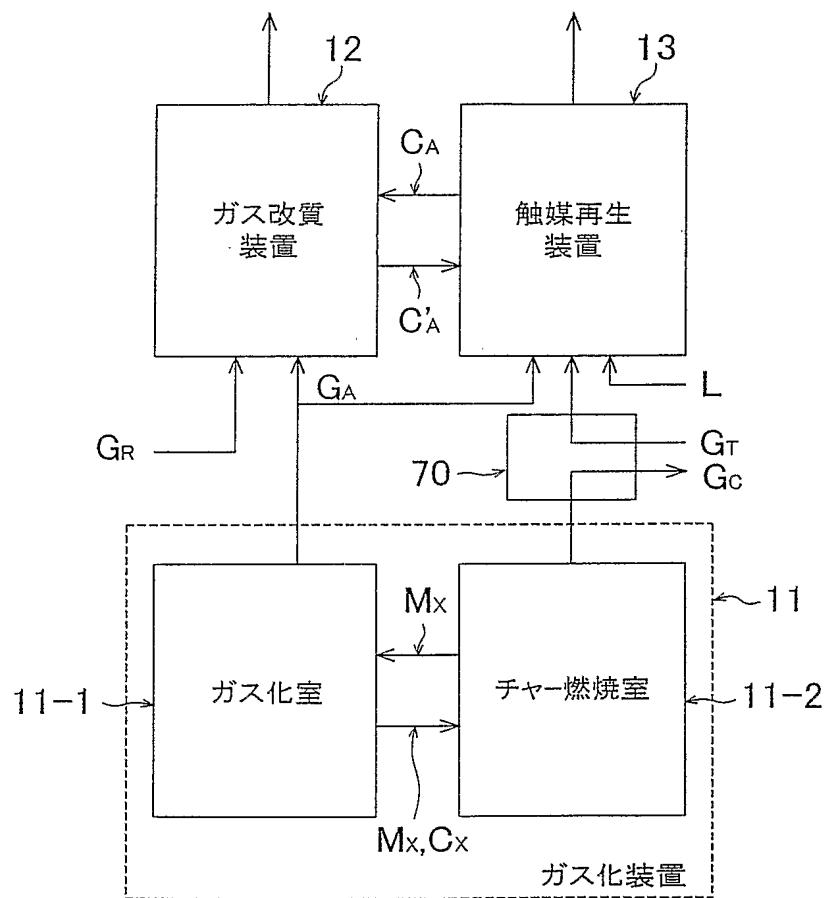
48/70

FIG. 48



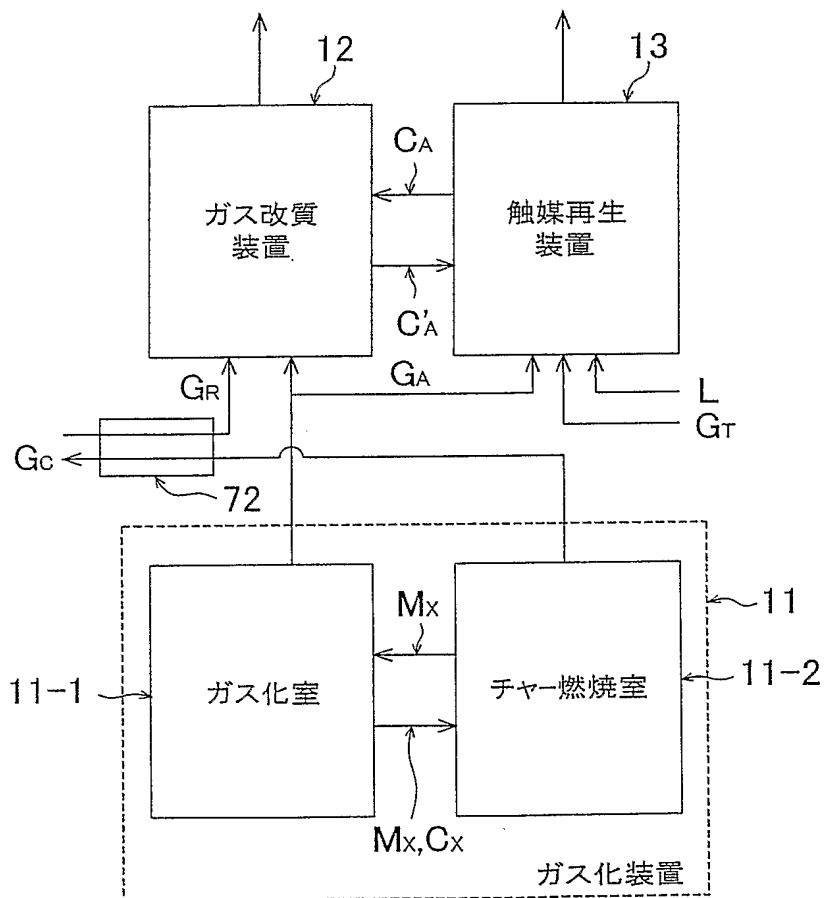
49/70

FIG. 49



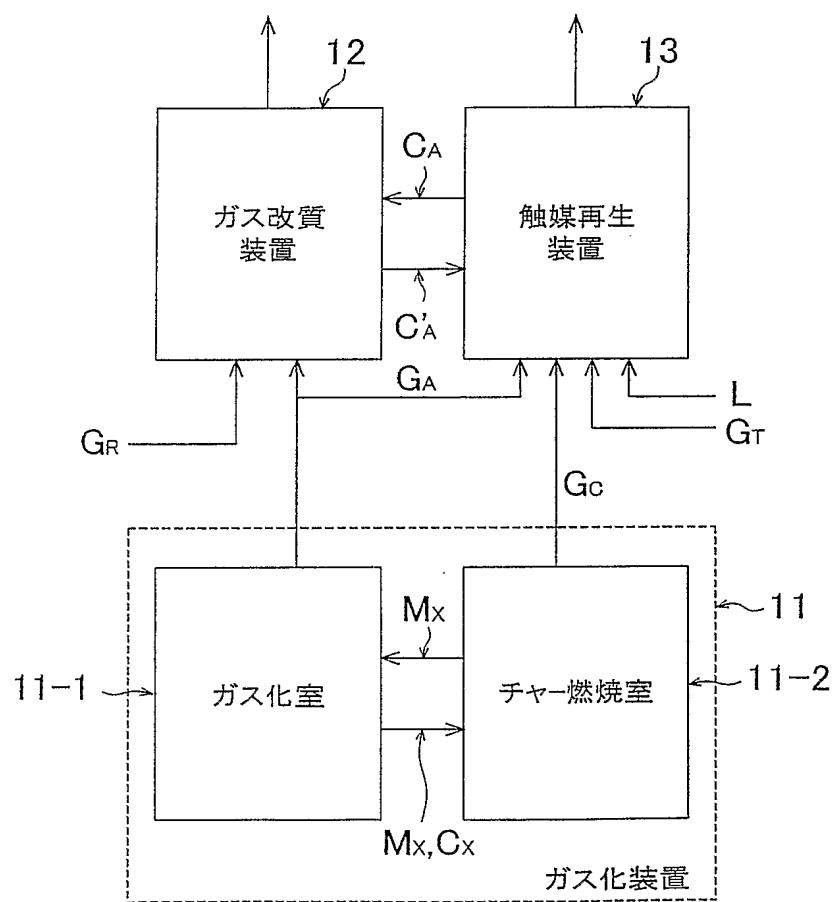
50/70

FIG. 50



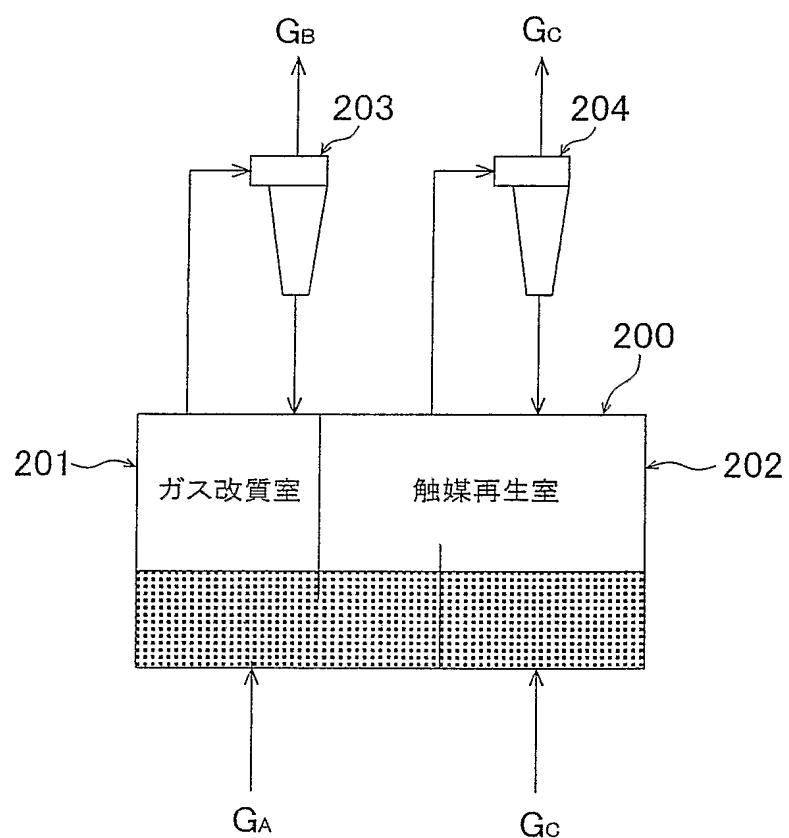
51/70

FIG. 51



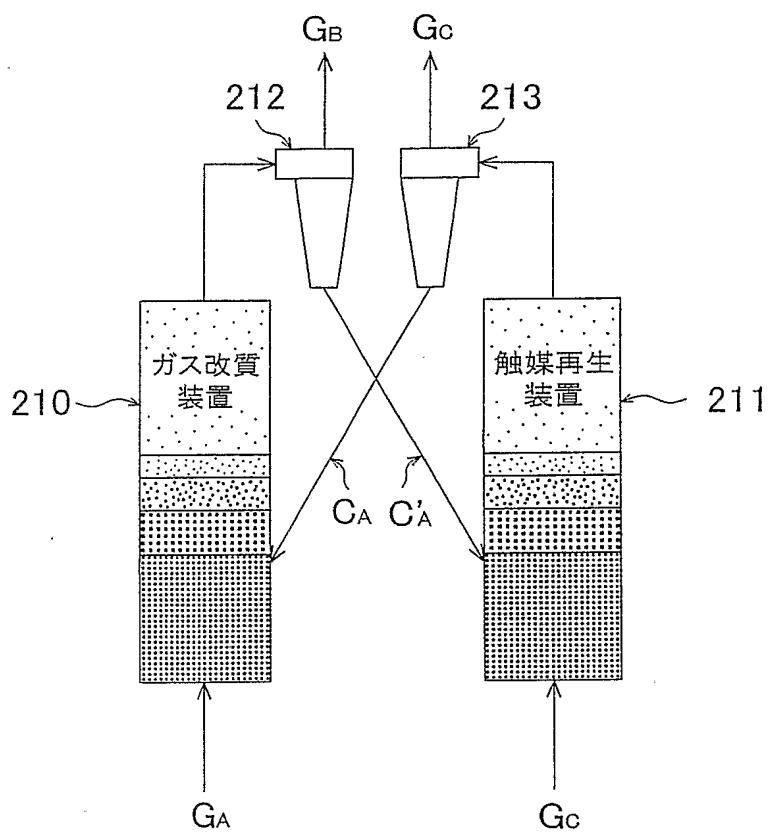
52/70

FIG. 52



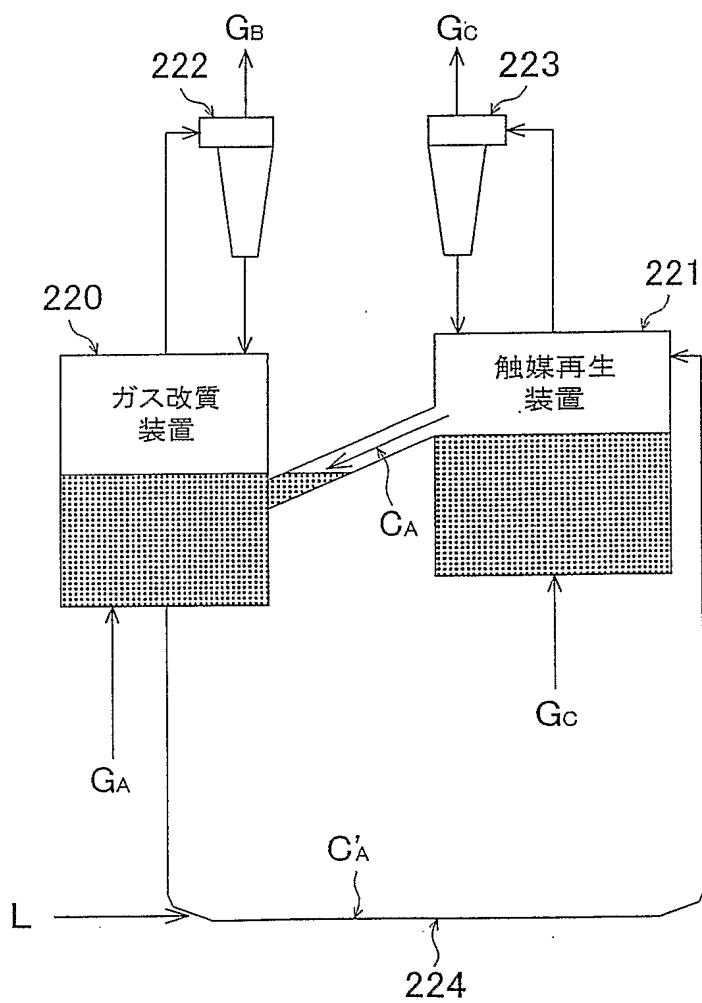
53/70

FIG. 53



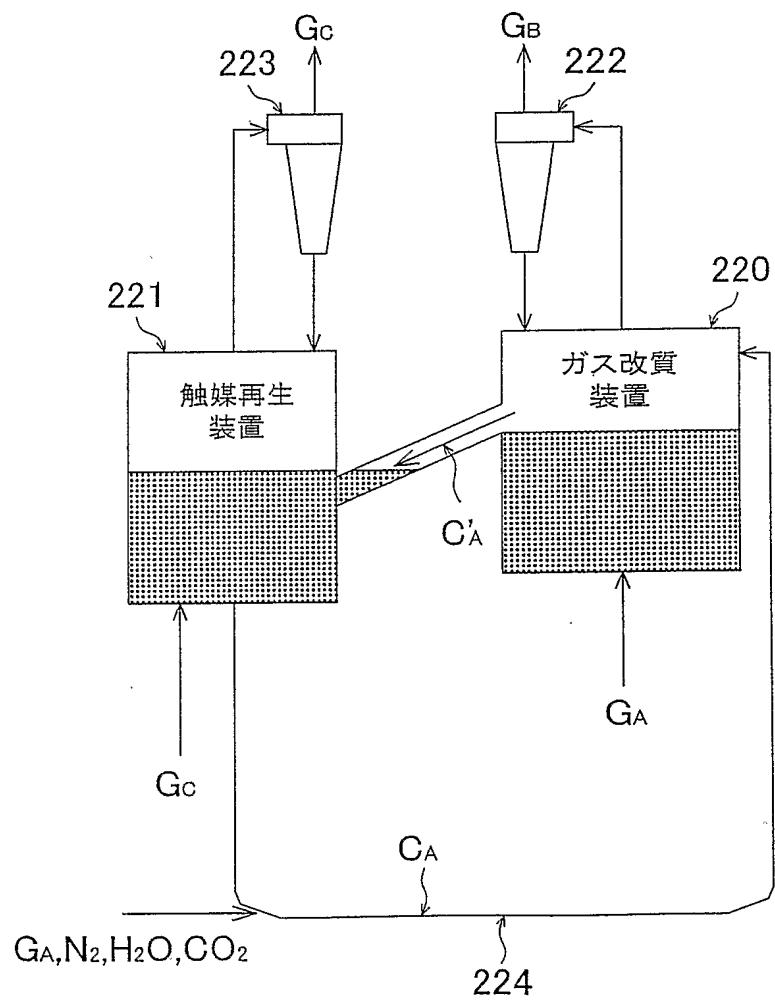
54/70

FIG. 54



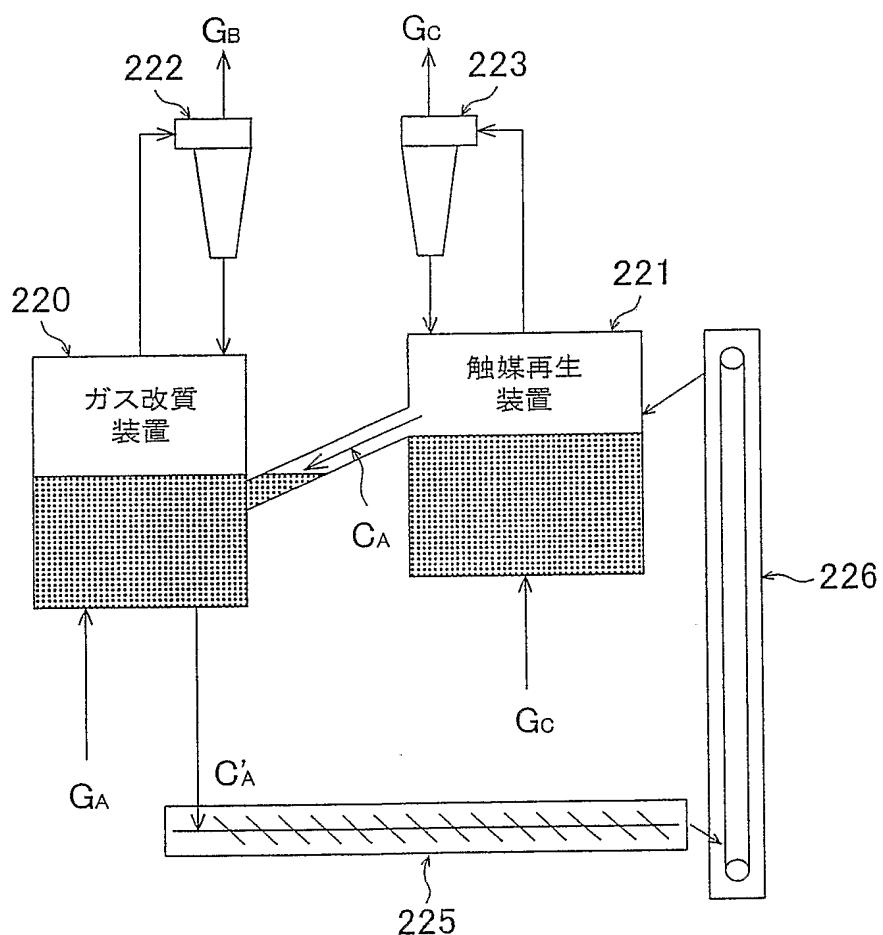
55/70

FIG. 55



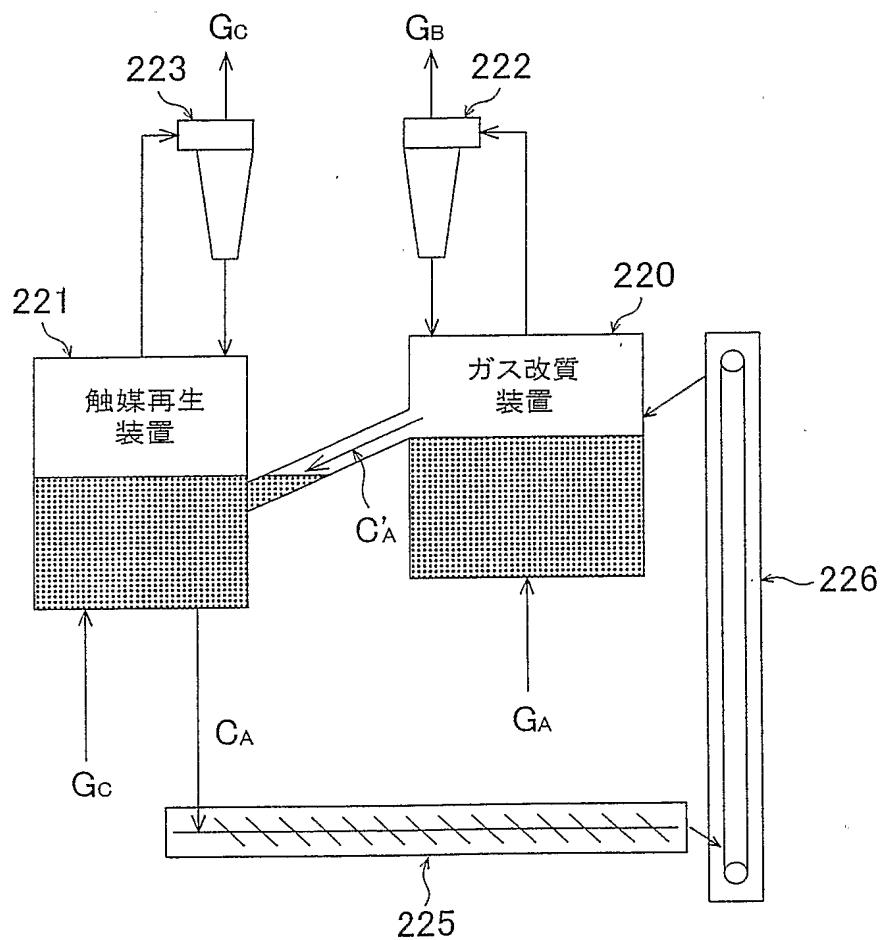
56/70

FIG. 56



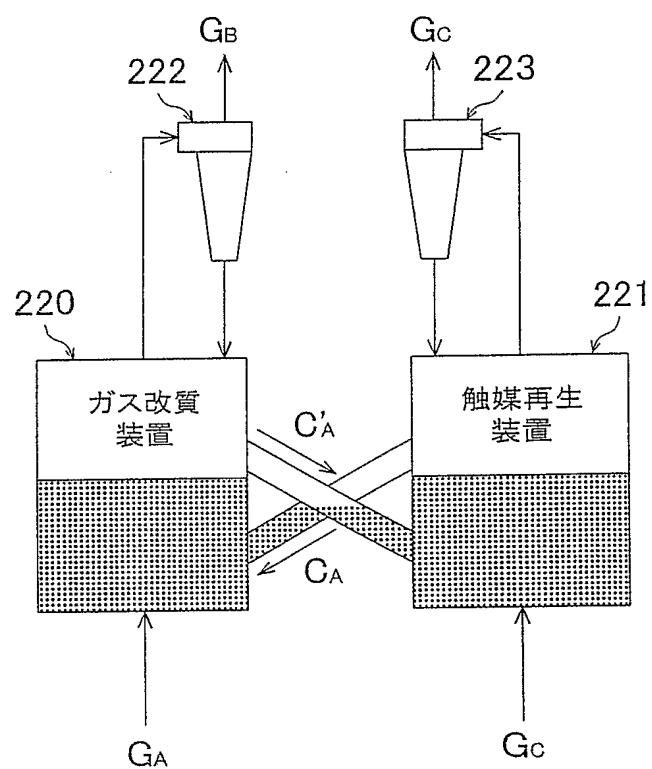
57/70

FIG. 57



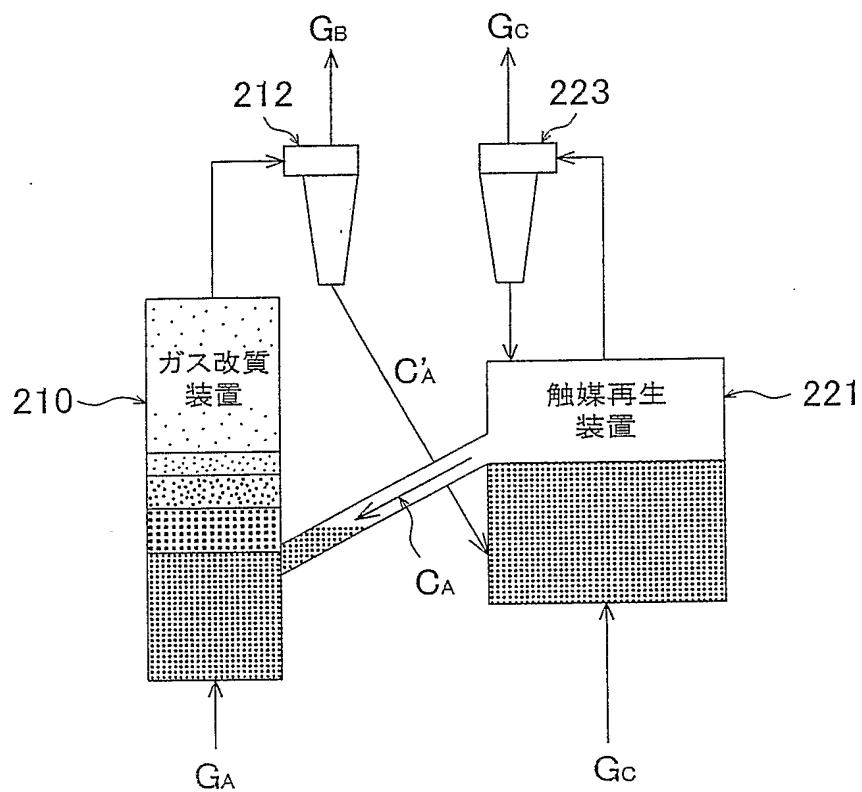
58/70

FIG. 58



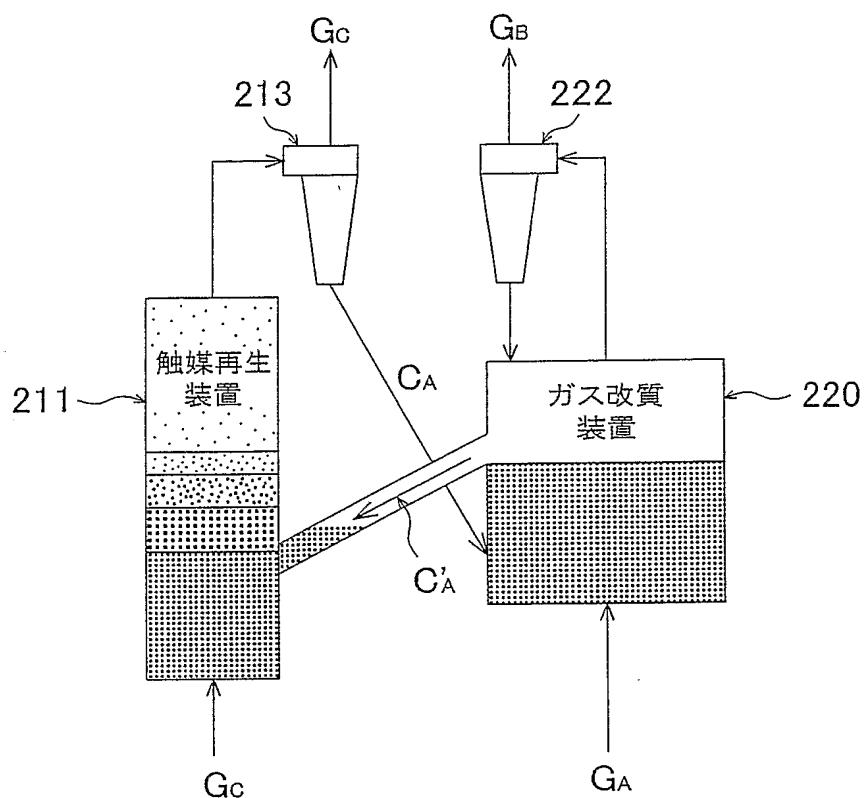
59/70

FIG. 59



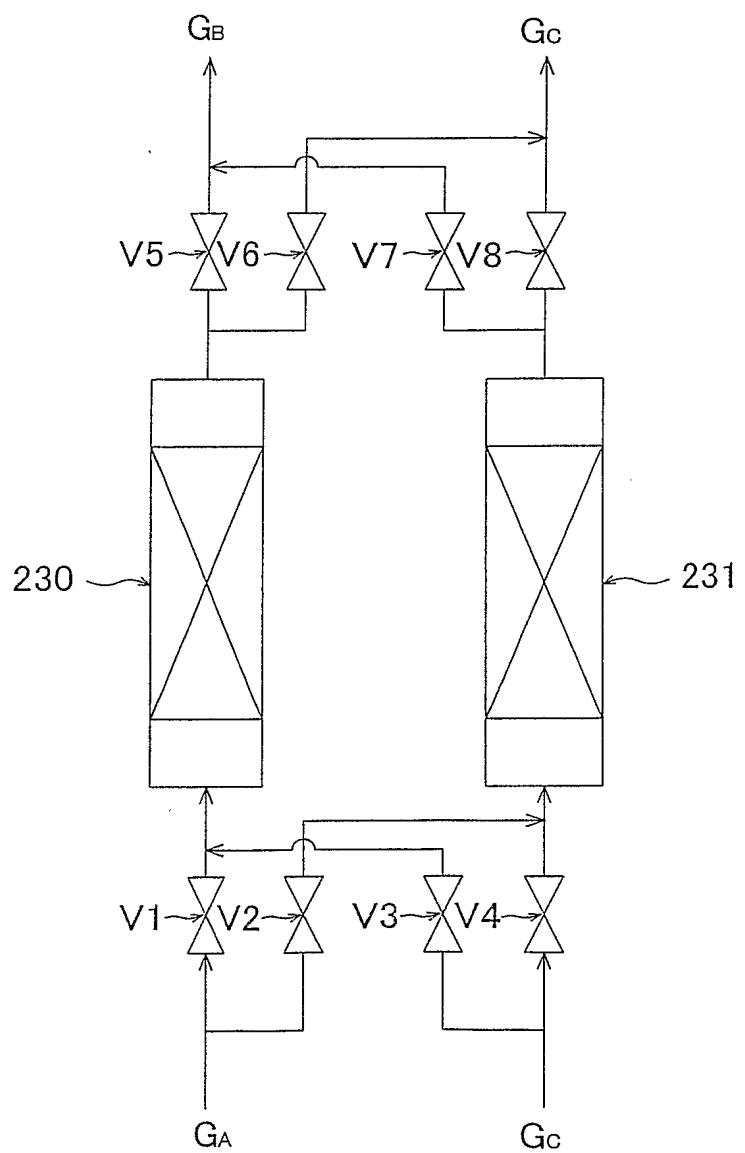
60/70

FIG. 60



61/70

FIG. 61



62/70

FIG. 62A

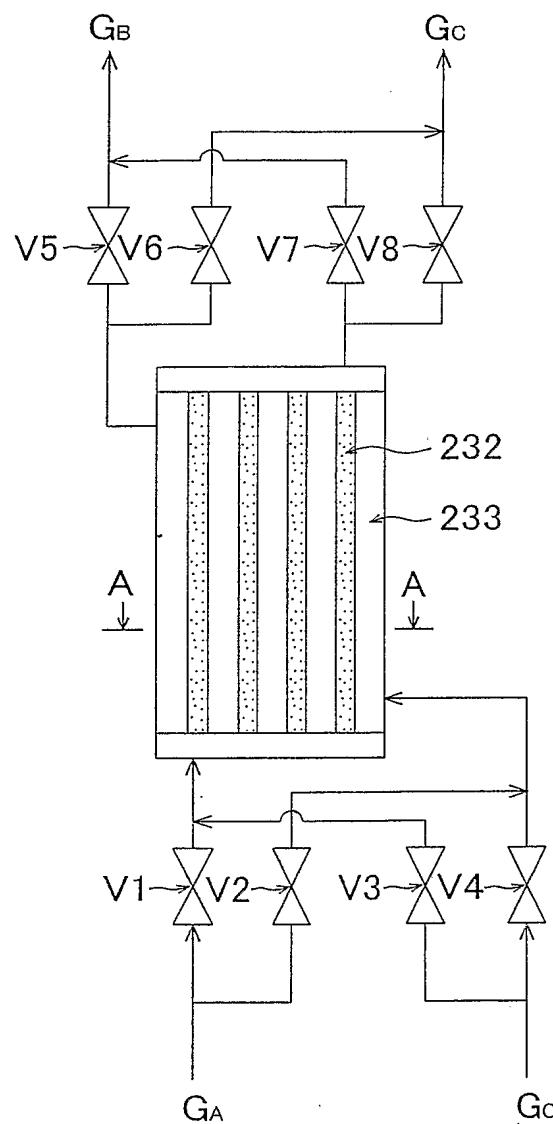
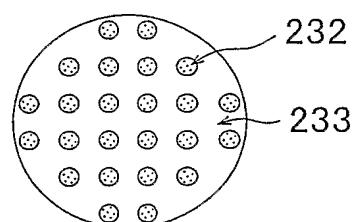


FIG. 62B



63/70

FIG. 63A

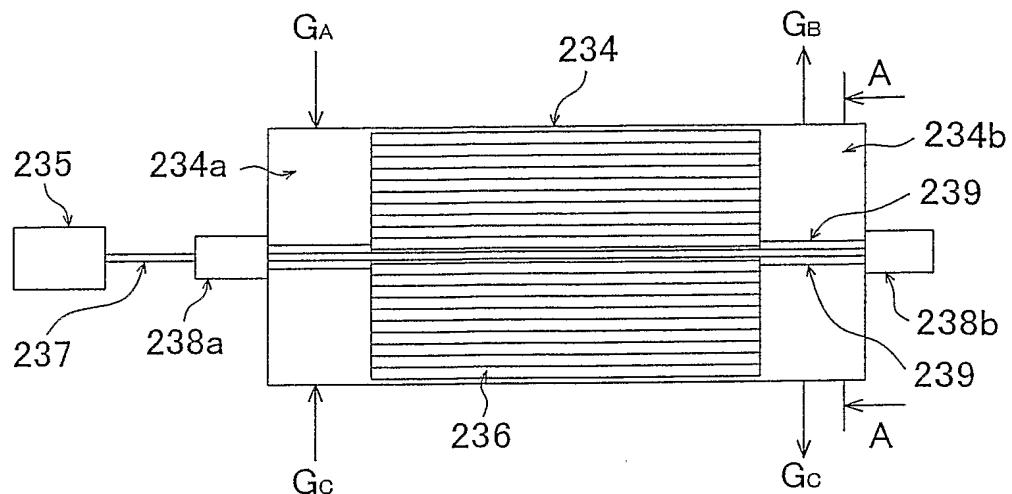


FIG. 63B

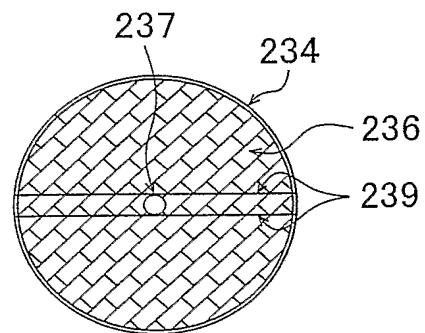
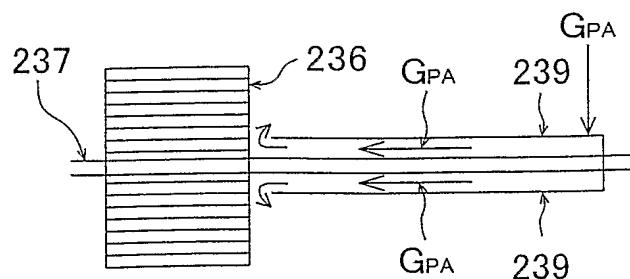
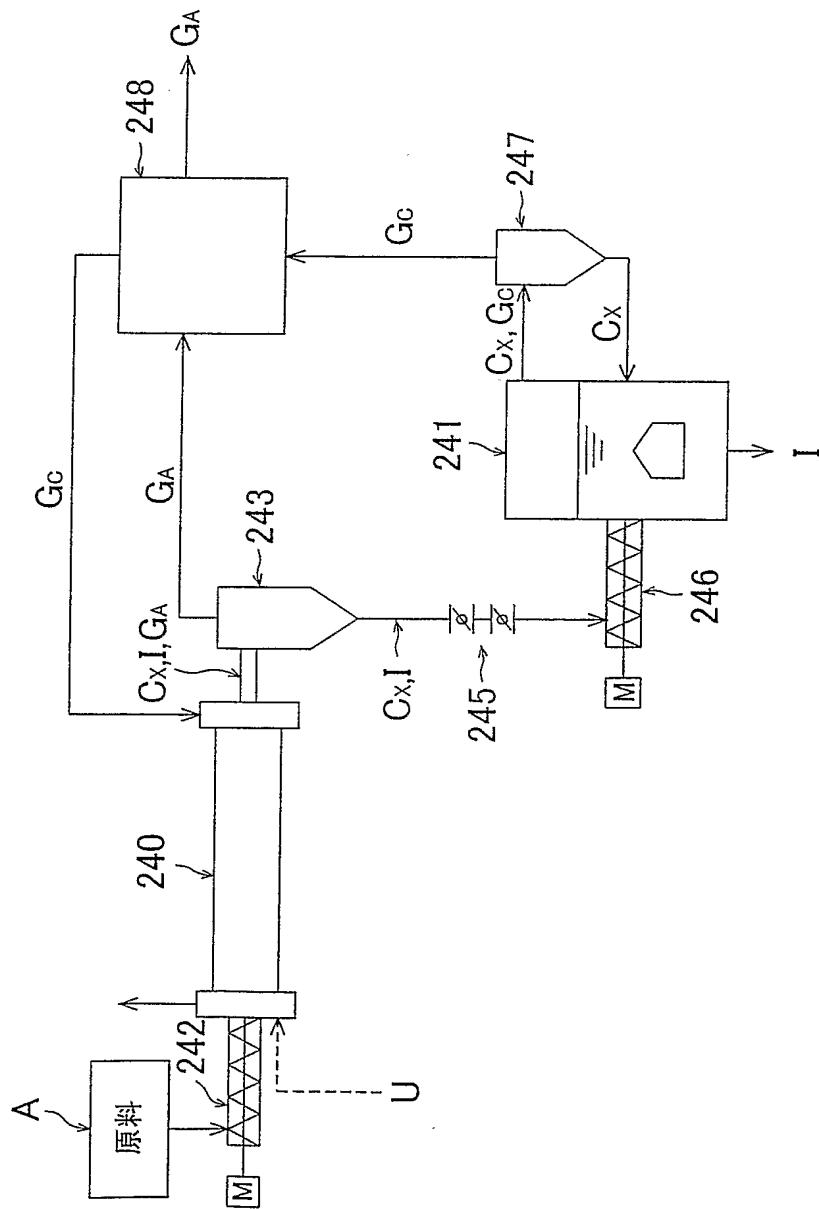


FIG. 63C



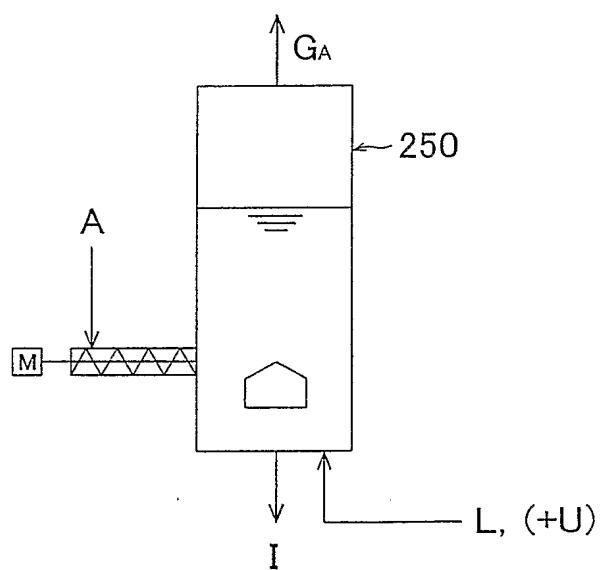
64/70

FIG. 64



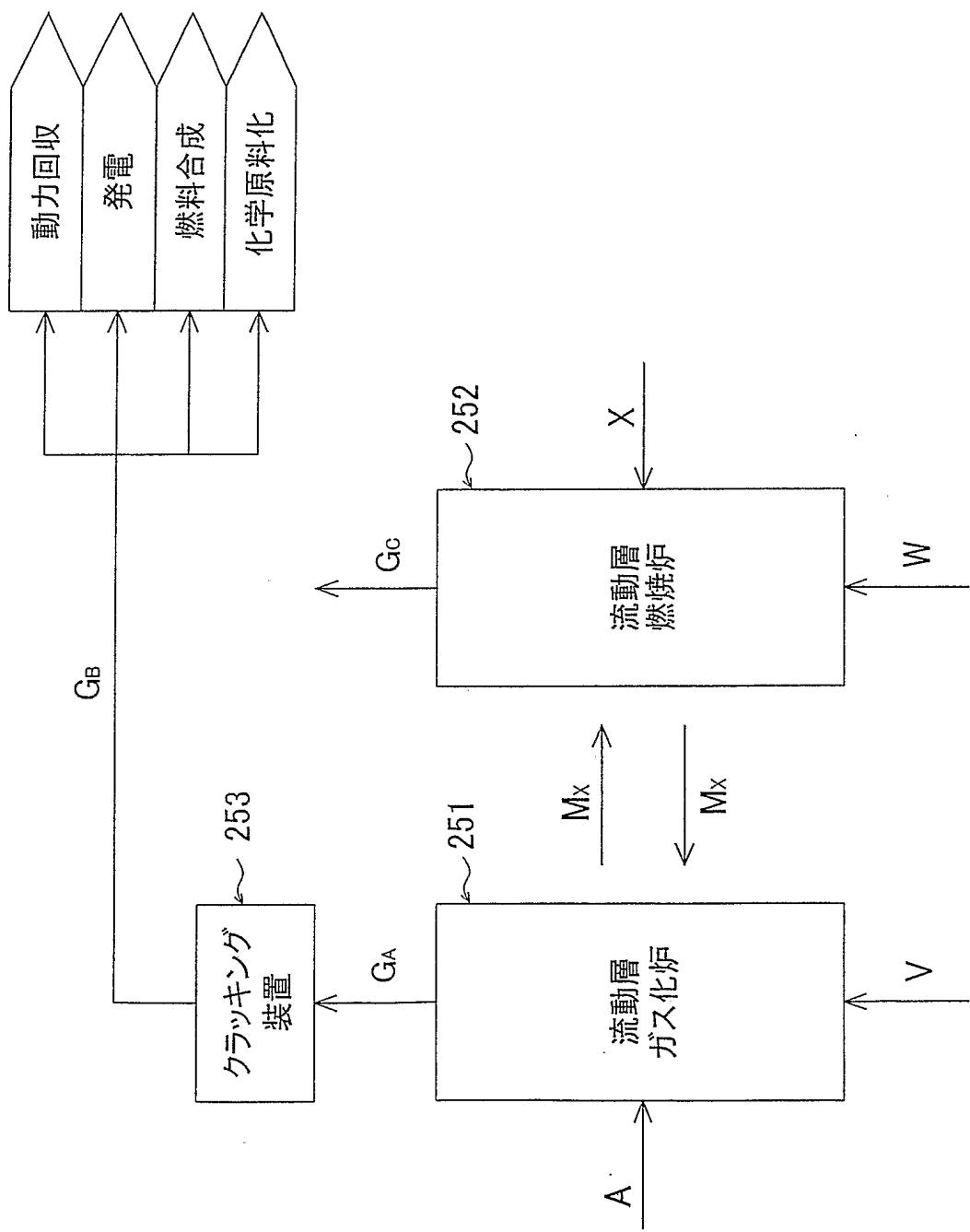
65/70

FIG. 65



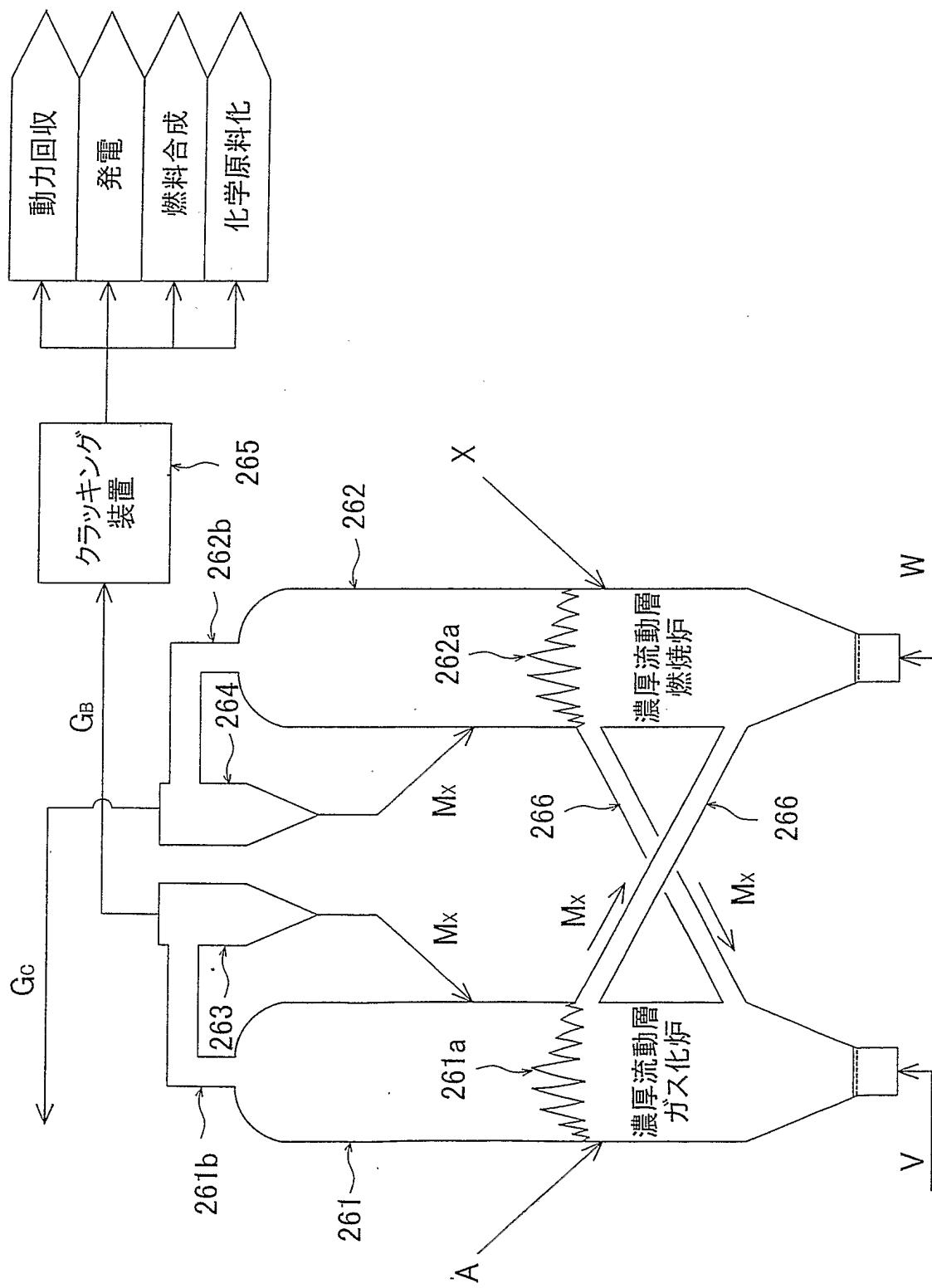
66/70

FIG. 66



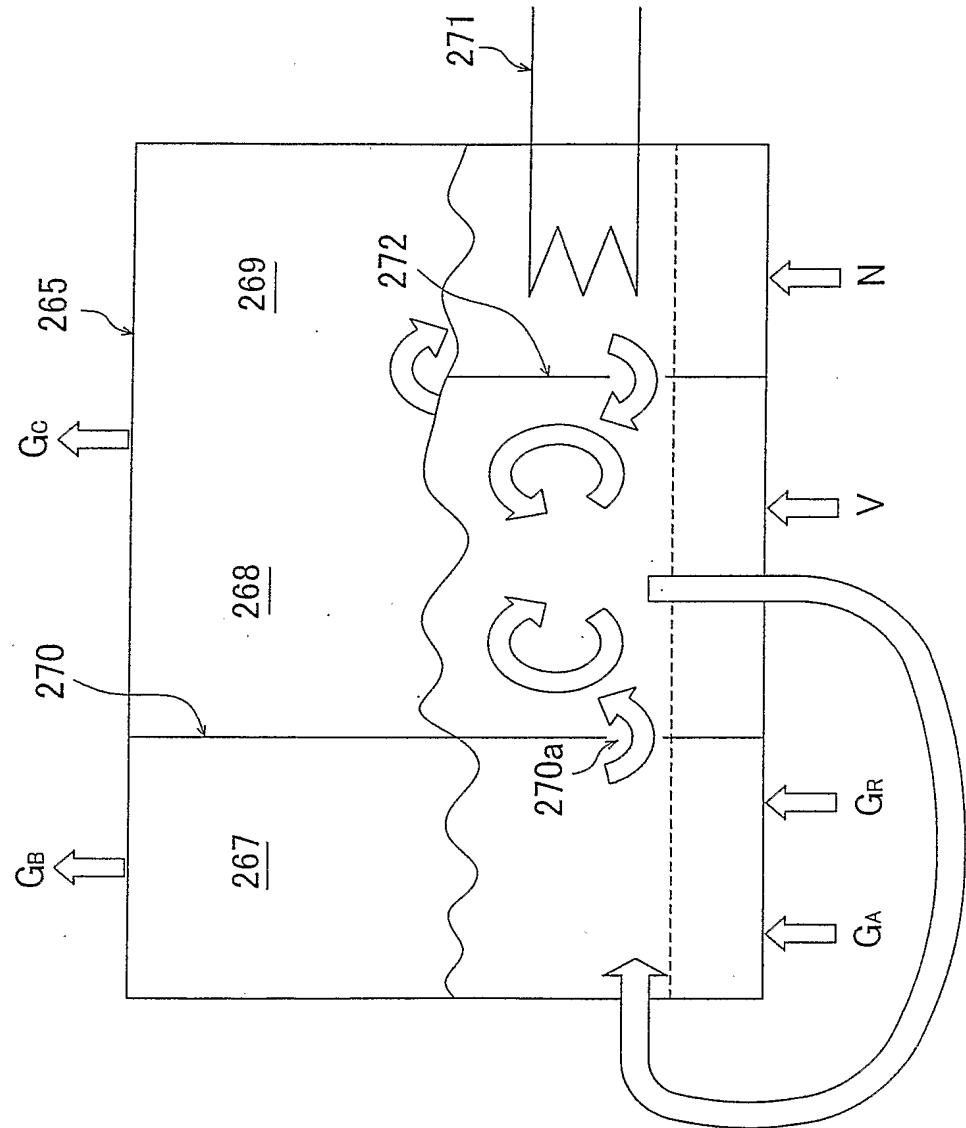
67/70

FIG. 67



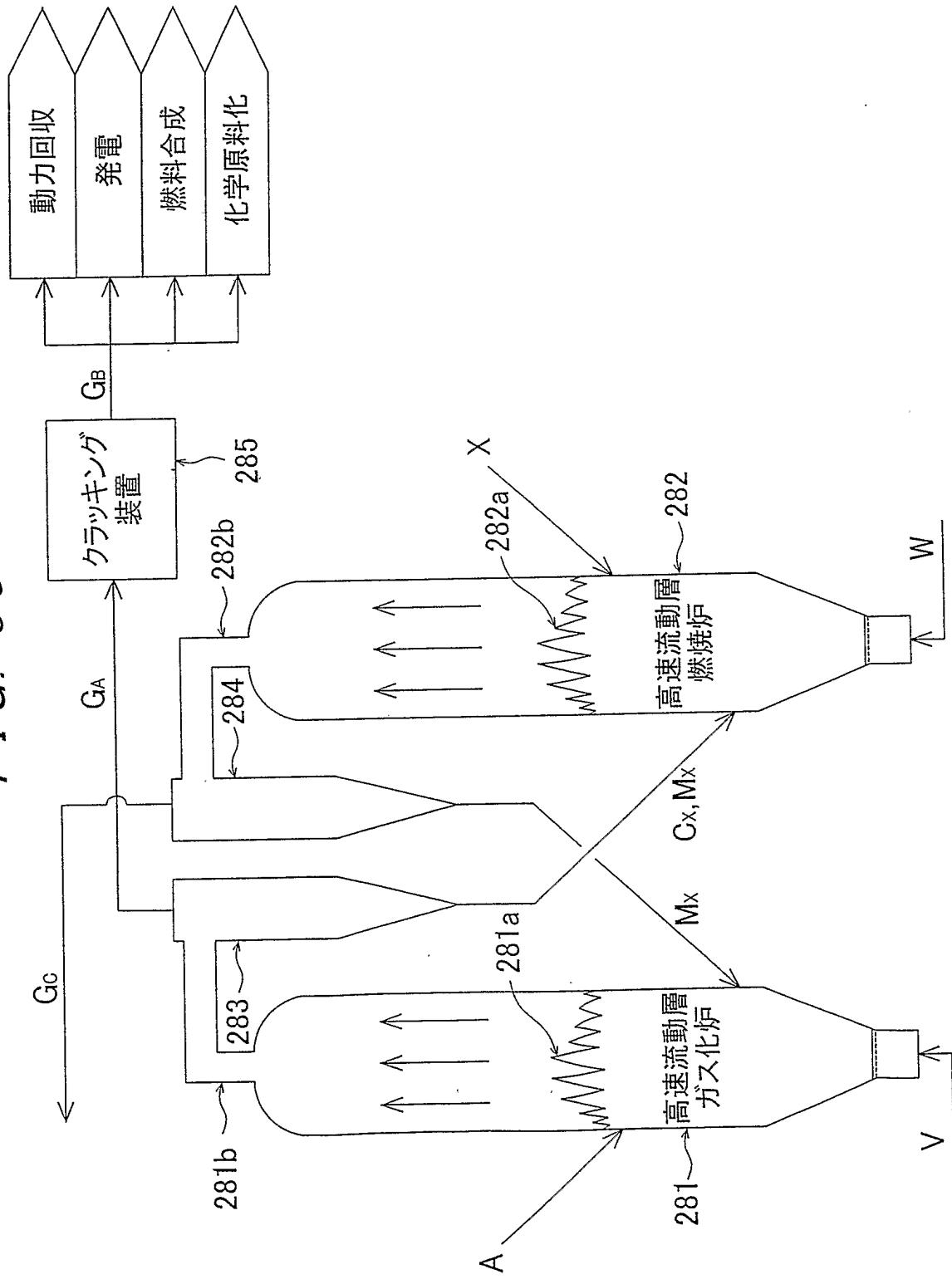
68/70

FIG. 68



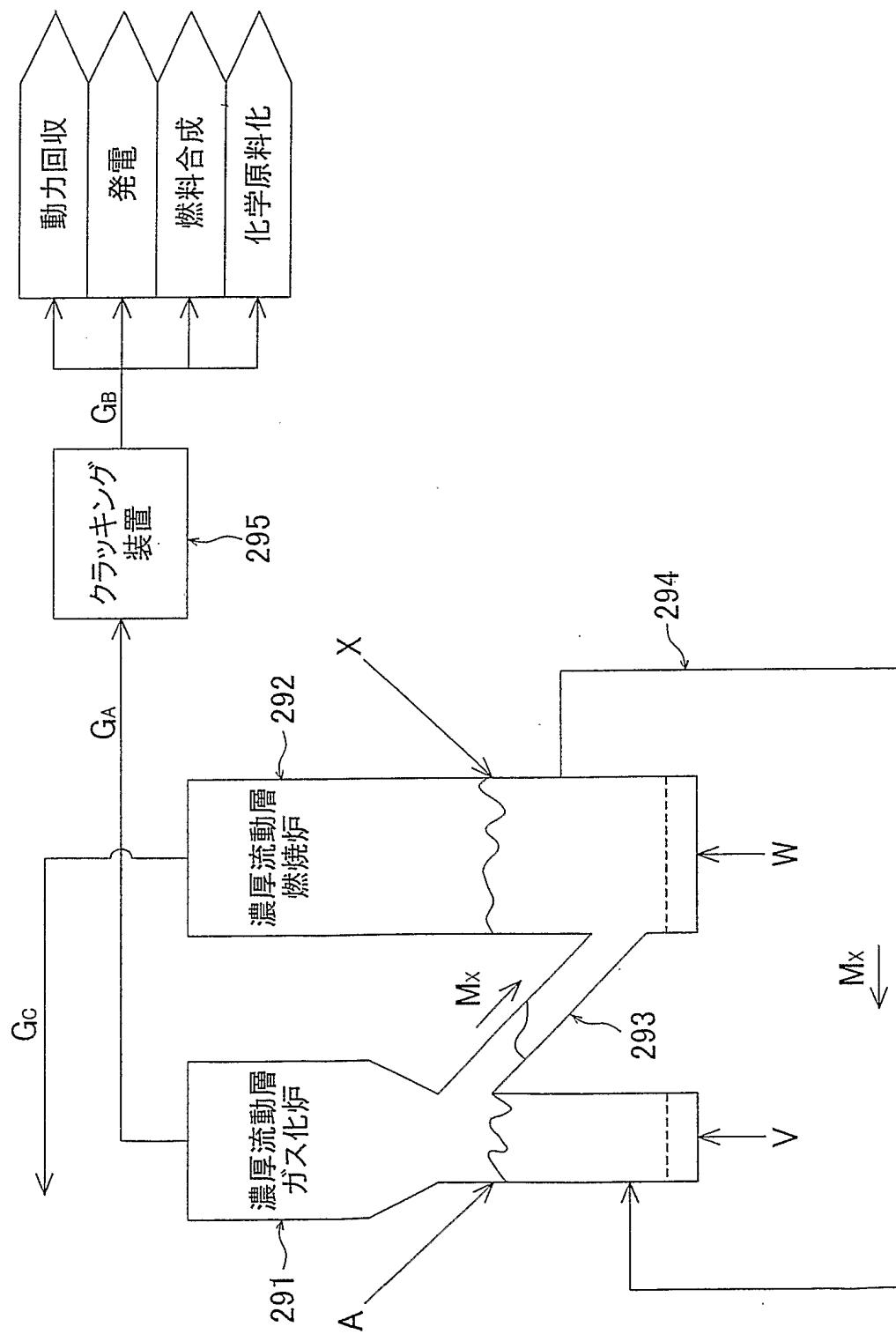
69/70

FIG. 69



70/70

FIG. 70



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10148

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C10K1/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ C10K1/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|---|
| X | WO 00/27951 A1 (Ebara Corp.), 18 May, 2000 (18.05.00), Full text & EP 1136542 A1 | 3,4,7,16-18 8,12 1,2,5,6, 9-11,13-15 |
| X | JP 9-310075 A (Japan Electric Cable Technology Center, Inc.), 02 December, 1997 (02.12.97), Full text (Family: none) | 3,4,6,18 8,12 1,2,5,7, 9-11,13-15 |
| X | JP 9-111254 A (The Kansai Electric Power Co., Inc., The Chugoku Electric Power Co., Inc., Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 April, 1997 (28.04.97), Full text (Family: none) | 8,12 3,4,6,7, 16-18 |

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family |
|---|--|

| | |
|---|---|
| Date of the actual completion of the international search 17 December, 2002 (17.12.02) | Date of mailing of the international search report 14 January, 2003 (14.01.03) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10148

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | JP 55-161887 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 16 December, 1980 (16.12.80), Full text (Family: none) | 8, 12 |
| Y | | 3, 4, 6, 7, 16-18 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10148

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The matter common to the inventions according to claims 1 to 18 is that "a combustible material is gasified in a gasification unit, and a formed gas produced by said gasification is reformed in a gas reforming unit using a catalyst, to produce a product gas".

In the technical field of an inflammable gas, "when a gas produced by the gasification of a combustible material is reformed with a catalyst, a catalyst deteriorated by char or the like is regenerated by burning it" has been found to have been known before the filing date of this international application (WO 00/27951 A1, US 4436532 A, EP 100531 A2,
(continued to extra sheet)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10148

Continuation of Box No.II of continuation of first sheet(1)

JP 9-310075 A), and therefore, said matter is not a special technical feature (a technical feature that defines a contribution which an invention makes over the prior art). Accordingly, there is no technical relationship involving a special technical feature among inventions according to claims 1 to 18, and therefore, this international application does not comply with the requirement of unity of invention (PCT Rule 13.1 and 13.2).

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. C17 C10K1/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. C17 C10K1/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|-----------------------------|
| X | WO 00/27951 A1 (株式会社荏原製作所) 2000.05.18, 全文 & EP 1136542 A1 | 3, 4, 7, 16-18 |
| Y | | 8, 12 |
| A | | 1, 2, 5, 6, 9-1 1, 13-15 |
| X | JP 9-310075 A (社団法人電線総合技術センター) 1997.12.02, 全文 (ファミリーなし) | 3, 4, 6, 18 |
| Y | | 8, 12 |
| A | | 1, 2, 5, 7, 9-1 1, 13-15 |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

| | |
|--|--|
| 国際調査を完了した日 17.12.02 | 国際調査報告の発送日 14.01.03 |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官（権限のある職員） 吉住 和之 電話番号 03-3581-1101 内線 3443 4V 9165 |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|----------------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| X | J P 9-111254 A (関西電力株式会社、中国電力株式会社、三菱重工業株式会社) 1997. 04. 28, 全文 (ファミリーなし) | 8, 12 3, 4, 6, 7, 16-18 |
| Y | J P 55-161887 A (石川島播磨重工業株式会社) 1980. 12. 16, 全文 (ファミリーなし) | 8, 12 3, 4, 6, 7, 16-18 |

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT第17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-18に係る発明に共通する要素は、「可燃物をガス化装置でガス化し、該ガス化によって得られる生成ガスを触媒を用いるガス改質装置で改質し製品ガスを得ること」である。

しかしながら、可燃ガスという技術分野において、「可燃物のガス化によって得られるガスを触媒で改質する際、チャー等により劣化した触媒を燃焼させて再生させること」は、国際出願日前知られていたものと認められ(WO 00/27951 A1, US 4436532 A, EP 100531 A2, JP 9-310075 A)、当該要素を特別な技術的特徴(先行技術に対して行う貢献を明示する技術的特徴)であるということはできない。(最終頁に続く)

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

(第II欄の続き)

とすると、請求の範囲1—18に係る発明の間には特別な技術的特徴を含む技術的関係がなく、この国際出願は発明の単一性の要件を満たさないということになる（PCT規則13.1及び13.2）。